www.radio.ru

7 • 2018

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ





Медаль имени Э. Т. Кренкеля

- Комбинированный выключатель
- Компьютерный интерфейс для YAESU
- Ёмкостное реле
- Управляем светодиодным RGB-кубом

…и ещё 16 конструкций

7
2018

ISSN-0033-765X
9 770033 765009 18007

YL-OM CONTEST 2018 — итоги

(см. статью на с. 49)

Виктория Харченко – победитель в группе "YL радиостанции с одним оператором".



Индира Бердикул (коллективная радиостанция UN8LWZ средней школы № 11 г. Костанай, Казахстан) – первое место в группе "YL радиостанции с несколькими операторами".

Дильназ Кушекова (коллективная радиостанция UN8LWZ средней школы № 11 г. Костанай, Казахстан) – первое место вгруппе "YL радиостанции с несколькими операторами".



Аяжан Салимова (коллективная радиостанция UN8LWZ средней школы № 11 г. Костанай, Казахстан) – первое место в группе "YL радиостанции с несколькими операторами".

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Журнал "Радио" награждён медалью имени Э. Т. Кренкеля, учреждённой Национальной Академией исследований и открытий "Русский путешественник".

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

МИКРОКОМПЬЮТЕРЫ СЕРИИ RASPBERRY
АВТОМАТ ДЛЯ АКВАРИУМА
ПРОГРАММИРУЕМЫЙ ТАЙМЕР
РОБОТ-КВАДРОПОД

Тираж журнала «Радио» № 6 сдан для рассылки подписчикам 04.06.2018 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: ЗАО «ЖУРНАЛ «РАДИО»

Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-50754

Главный редактор В. К. ЧУДНОВ

Редакционная коллегия:
А. В. ГОЛЫШКО, А. С. ЖУРАВЛЁВ, А. Н. КОРОТОНОШКО,
К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора),
Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

Выпускающие редакторы: С. Н. ГЛИБИН, А. С. ДОЛГИЙ
Обложка: В. М. МУСИЯКА
Вёрстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции: 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 20.06.2018 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.

Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по Объединённому каталогу «Пресса России» — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в АО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 18-06-00134.

Владимир Фридрихович Мейстер родился 28 апреля 1921 г., образование — среднетехническое (в 1958 г. окончил Московский электромеханический техникум).

Участник войны с Японией: 11-й отдельный полк связи, впоследствии переименованный в 19-й отдельный Харбинский полк связи 1-й Краснознамённой армии 1-го Дальневосточного фронта. До войны работал младшим радиооператором, техником-оператором радиостанции № 11 5-го отделения 2-го Спецотдела НКВД СССР. Закончил службу в звании полковника. В 1987 г. был уволен с военной службы по возрасту, но продолжал работать в радиоконтрразведке по вольному найму инженером 1-й категории вплоть до последних дней своей жизни (13.04.1999 г.). При этом, несмотря на солидный возраст, каждый день раньше других приходил и последним уходил со службы, регулярно добиваясь значительных успехов в аналитической работе.

Почётный радист СССР. Награждён орденами Красного Знамени, Красной Звезды (дважды), Знак Почёта и 13 медалями.

* * *

Запомнился один из дней середины декабря 1938 г. после окончания Курсов техников-радиооператоров 2-го Спецотдела НКВД СССР. В 17.00 я заступил на моё первое боевое дежурство на посту радионаблюдения. Через час, в 18.00, на волне 18,1 метра слышу передачу автоматом: "vvv de rst zhc?". Сообщил начальнику смены тов. Тарасову Сергею Сергеевичу — оказалось, что я выявил новый вызов Берлинского радиоцентра германской разведки на неизвестной ранее частоте.

* * *

В один из дней лета 1939 г. мне поручили работу на посту разработки радиосети германской разведки. Берлинский радиоцентр два раза в день — в 12.00 и 22.00 — проводил радиосвязи поверочного характера с корреспондентом в Москве. Работа велась ключом, но с особым методом маскировки: вызов начинал центр коротким "нажатием". Корреспондент отвечал тем же нажатием длительностью всего одна секунда. Центр подтверждал связь выражением "ok znn sk". Частоты, на которых проводилась связь в дневное время, были установлены до меня. Вечерний сеанс приходился на время моего дежурства один раз в четыре дня. Во время третьего моего дежурства мне удалось выявить волну, на которой отвечал коротким нажатием московский корреспондент.

* * *

1 января 1940 г. мы переехали в новое здание. Новым оказалось всё: вместо приёмников прямого усиления Куб-4 и Куб-4М (коротковолновый, универсальный, батарейный) по схеме 1-V-2 появились супергетеродинные приёмники Л-5 с двумя шкалами, проградуированными в метрах и в килогерцах. Каждый пост был оборудован не одним, а двумя такими приёмниками. Каждый пост имел свою индивидуальную антенну. Появилась звукозапись — в отдельном помещении были установлены "шоринофены" с записью на кольцевую киноленту путём нарезания дорожек рекордером.

* * *

Начало 1940 г. Пост разработки активно действующей и разветвлённой радиосети спецслужб панской Польши находился в отдельной кабине. Радиосвязи в этой сети проводились между двумя парами корреспондентов одновременно. По моей просьбе в кабину была установлена дополнительная пара приёмников и сделана особая коммутация головных телефонов. После этого я мог успевать работать за двоих! Радиостанции сети обменивались шифрованной информацией большого объёма. Слышимость была невысокой, поэтому, хотя и с отдельными пропусками, всё же удавалось принимать все радиограммы. При этом, как выяснилось позже, радиооператоры других смен, работавшие в обычном режиме на том же посту, успевали принимать лишь отдельные радиограммы.

* * *

В связи с активизацией действий германской разведки на линии связи Берлин—Москва на посту было изменено

Работа сотрудников радиоконтрразведки во время войны с Японией

В мае 1945 г. завершилась война с Германией. Но для многих солдат и офицеров Советской армии до полного окончания войны было ещё далеко — их путь лежал на Дальний восток. Агрессивная политика Японии представляла угрозу для нашей страны. Война с Японией была неизбежной. Не менее напряжённым, чем непосредственные боевые действия, было противостояние в радиоэфире.

Предлагаем вниманию читателей фрагменты воспоминаний Владимира Фридриховича Мейстера, одного из ветеранов радиоконтрразведки — участника войны с Японией, в которых он рассказывал молодым сотрудникам о наиболее интересных эпизодах своей боевой биографии.

задание. Теперь нам предстояло, используя "забивочные" средства министерства связи, нарушить эту радиосвязь, не дать пройти ни одной радиограмме. Задача оказалась не из простых. Центр и корреспондент (германское посольство в Москве) довольно быстро поняли, что их специально "забивают" и стали часто изменять рабочие частоты своих передатчиков с целью уйти из-под помехи. От нас зависело своевременное их обнаружение на новой частоте и точность установки прицельной помехи. Это уже была настоящая война в эфире ещё за год до начала Великой Отечественной войны. Число радиограмм, переданных по каналу связи, легко контролировалось по их порядковой нумерации (заголовки радиограмм иногда успевали проходить до настройки "забивочных" средств). Очень доволен тем, что за время моего дежурства не прошло ни одной радиограммы в Москву, ни из Москвы, точнее ни из Берлина, ни в Берлин. Частоты передатчиков изменялись в диапазоне длин волн примерно от 20,8 до 23,4 метра. Это был диапазон, который в нашей смене обслуживался радиооператором тов. Страховым Николаем Николаевичем. Он до сих пор не может мне "простить" то, как я "шуровал" в его диапазоне.

* * *

Вспоминаю начало лета 1941 г., город Ворошилов-Уссурийский Приморского края, 11-й отдельный полк связи 1-й Краснознамённой армии. Я — курсант полковой школы на штабных учениях в поле. Мы проводили учебные радиосвязи с низовыми подразделениями с большим объёмом учебных радиограмм. Специально для меня и весьма опытного радиста Бурметова (умел передавать на обычном ключе Морзе со скоростью до 220 знаков в минуту!) была организована радиосвязь между нашими подразделениями. Мы, конечно, показали



Владимир Фридрихович Мейстер в годы службы.

такой обмен, которого раньше там и не видели.

* * *

Начало войны. Люди стали много серьёзней относиться к своим обязанностям. Уже первые недели войны показали, что проводные средства связи менее надёжны, чем радиосвязь, но уровень подготовки и число радиоспециалистов оказались не такими высокими, как требовало военное время. Приказ Верховного Главнокомандующего — повысить уровень подготовки радистов, энергопитания на это не жалеть! Введена классная квалификация радистов с присвоением звания (второй класс — сержант, первый класс — старшина). Радиоучения стали круглосуточными. Все наши радисты быстро стали классными специалистами. Проводимая в таком темпе подготовка не прекращалась, так как половина классных специалистов направлялась на фронт, и в часть вливались новички. И это происходило неоднократно. Учебные классы, учебные столы, стенды, компактные "зуммеры" (ламповые звуковые генераторы на УБ-107), телеграфные ключи изготавливались своими силами и в достаточном количестве. Некоторые приборы стали карманными (носились при себе).

* * *

День Победы — настоящий праздник со слезами на глазах! Но наша война ещё впереди.

* * *

Выступили 9 августа в направлении Муши-Муданьцзян-Харбин. Первые победы и первые жертвы. В самый нужный момент не выдержала интенсивной работы и вышла из строя американская радиостанция SCR-229 — пробой трансформатора накала газотрона. Пара часов ушла на перемотку трансформатора в полевых условиях. При этом связь не нарушалась. Для работы цепи накала газотрона удалось приспособить аккумулятор. Порядок!

* * *

1945 г., десант в г. Харбин. Мы не прыгали с парашютом — самолёт сел на аэродроме, захваченном нашими бойцами чуть раньше. Принесли очень срочное сообщение, которое нужно передать по радио. В нашем распоряжении радиостанция РБМ. С нами заместитель начальника связи 1-й Краснознамённой армии подполковник Ищенко. Один из радистов, которому по его указанию поручили передать шифровку, так и не смог справиться с поставленной задачей. Приказ обеспечить связь получаю я! Вот где пригодились все мои знания и опыт. Пришлось учесть следующее:

— мощность нашей радиостанции — всего 5 Вт;

— расстояние до корреспондента было порядка 200 км (организация связи на такое расстояние — крепкий орешек!). Пригодилось всё, что я узнал ранее о распространении радиоволн.

Незадолго до этого в мои руки случайно попал график МПЧ—НПЧ, правильность которого я проверил на практике. По результатам расчётов связь между корреспондентами на этой волне должна исчезнуть в 18.10. Так это произошло и сейчас. Кривая графика зависимости вероятности прохождения сигнала от частоты сохранилась в моей памяти. Я понял, что на предполагаемой для связи волне 174 (4350 кГц) в это время связь не пройдёт — нужна более низкая частота. Пригодилась память на частоты, приобретённая ещё в Радиоконтрразведывательной службе. Я запомнил, что наш полк держит радиосвязи в нескольких радиосетях и каждая из них работает на своей волне. Самая низкая из них была волна 123 (3075 кГц). Перестроил приёмник на эту волну и слышу, что идёт связь нашей станции с радиостанцией 59-го стрелкового корпуса. По почерку радиста понял, что на нашей станции был мой друг старшина Бацких Пётр Фёдорович. Узнавать почерк радистов я научился также в радиоконтрразведке. Как работает мой друг, я достаточно хорошо знал: сейчас он окончит связь и, не трогая ручки





настройки приёмника, станет оформлять аппаратный журнал. Услышать меня он сможет только в том случае, если мой передатчик, с которым мой друг сейчас проводит связь, будет настроен точно на волну 59СК. К счастью, наша радиостанция РБМ имела такую возможность. Настроился, "выжал" мощность и стал ожидать окончания их связи. Мой позывной "ЦАР" — командующего 1-й Краснознамённой армии всем радистам был известен, и это давало надежду. Понимая, что мои сигналы по сравнению с 59СК (1 кВт) будут слишком слабы и мой друг не сразу их "заметит", принял решение, в нарушение всех инструкций, передавать позывные не по три и два раза, а по 50—100 раз! Дождался окончания связи, зову! И сразу же по окончании вызова получаю ответ! Предложил радиограмму с передачей по два раза группу. Он согласился. После передачи сразу получил подтверждение о приёме. О важности радиограммы можно судить по формулировке, указанной в представлении меня к награждению орденом Красного Знамени — "...за обеспечение наступательной операции 1-й Краснознамённой армии". Краем уха слышал, что там сообщались данные авиаразведки о взорванных и оставшихся действовать мостах, о наиболее целесообразных путях движения наших войск на Харбин.

После сеанса связи получил приказ — идти спать. Передачу других радиограмм поручили проводить моим товарищам. Проснулся — ничего больше не передано. Послушал эфир — стало ясно, что дальнейшие попытки бесполезны. Посмотрел в окно — вдали еле виднеются антенные сооружения. Значит, там есть радиостанция. Предложил тов. Ищенко каким-либо образом найти к ней подходы. С кем-то посоветовавшись, он решился, и мы с ним вдвоём (я с винтовкой, он с пистолетом) вышли за ворота аэродрома и "проголосовали" перед первой попавшейся автомашиной. Она остановилась. На наше удивление, шофёр оказался русским, и он взялся нам помогать. Кроме этого, оказалось, что ранее он где-то работал на каких-то радиостанциях. Доехали до тех антенных сооружений. За каменным забором увидели здание радиостанции. Оно оказалось пустым — всё оборудование вывезли. Довёз до другой радиостанции — она оказалась чисто радиовещательной и была предназначена для работы на средних волнах. Это нам не подошло. Привёз нас шофёр на передающий центр на окраине г. Харбина. Вокруг колючая проволока на изоляторах (явно под высоким напряжением), у ворот часовой — вооружённый японец. Увидев нас — военнослужащих Советской Армии, часовой растерялся. Сделал попытку применения оружия, но шофёр сказал ему что-то на японском языке, и тот нас пропустил. Менее сговорчивым оказался часовой у входа в здание. Трижды он брал винтовку на изготовку к стрельбе, но, увидев наши ответные аналогичные действия, сделал приветственный жест и пропустил.

За большим круговым столом сидели по-граждански одетые японцы — очкарики, некоторые довольно полные — видимо, руководство. Переводчиком был наш шофёр. Требуем отдать один из передатчиков в наше распоряжение и настроить его к 17.00 на частоту 5175 кГц. Они нашли оправдание в том, что эти передатчики работают только с кварцевым стабилизатором частоты, а кварца для нужной нам частоты у них нет. Пришлось мне нарисовать схему контуров для задающего генератора без кварца (пригодились знания радиотехники). Их возражения о возможной нестабильности частоты при такой схеме были отвергнуты.

Шофёр знал, куда подходят линии манипуляции — на центральный телеграф. Туда мы проникли уже без препятствий. На третьем этаже мы выбрали место, где к 17.00 должны были быть установлены приёмник и телеграфный ключ, соединённый с передатчиком, который нам готовили.



Владимир Фридрихович Мейстер после увольнения в запас.

Время 17.00 — сажусь, вызываю по рации на связь! Опять — мой друг. Услышав наши хриплые сигналы, он стал сомневаться и запросил пароль, а я вместо ответа применил позывные в виде сокращений наших имён и фамилий: ПФБ ДЕ МЕЙ (Пётр Фёдорович Бацких я Мейстер), и всё сразу встало на место.

Гора радиограмм всё время пополнялась. За трое суток непрерывной (без сна и без подмены!) работы их было передано более 200 штук и примерно столько же принято. К этому времени был оборудован приёмный центр (в центре г. Харбин), и туда подвели линии манипуляции уже от нескольких передатчиков. После этого я поспал от души! Работали уже все наши ребята. Полагаю, что этот эпизод тоже стал частью "обеспечения наступательной операции". Наибольшее число наград получили в нашей части радисты! Ну и их командиры тоже. Орденом Красного Знамени был награждён начальник связи 1-й Краснознамённой армии генерал-майор Баранов. Полку связи было присвоено наименование — Харбинский.

* * *

Лето 1946 г. — демобилизация! Сразу же явился к прежнему месту работы. Очень соскучился. Представлял себе, какая горячая работы была здесь во время Великой Отечественной войны. И наверное, очень интересная! И не ошибся. Мои старые товарищи Е. И. Денисов, В. Н. Лихачёв, В. А. Коршунов и Г. Н. Бондарь много рассказали об этом.

* * *

Конец 1946 г. Пост радиоконтроля. Вечернее дежурство. Общая облава на корреспондента сети 469/1 французской разведки. В ходе контроля диапазона слышу корреспондентскую радиостанцию, передающую "......dp=" и далее пятизначный буквенный шифротекст. Приятно было осознавать, что для точного определения принадлежности этой радиостанции мне было достаточно услышать всего три знака. Вот что такое знать установочные данные радиостанций.

* * *

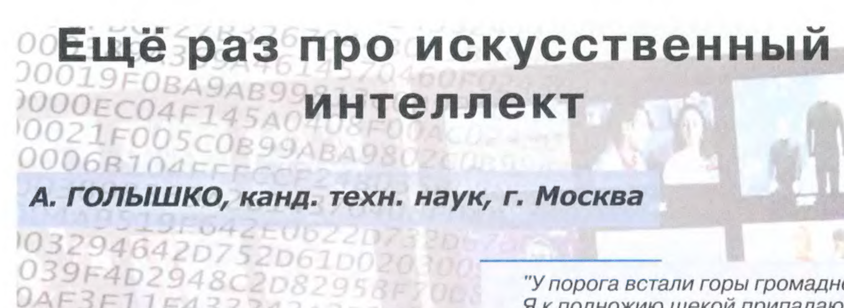
В 1948 г. перед заступлением на ночное дежурство было объявлено, что по данным оперативных подразделений один из ОУНовцев, выполняя задание английской разведки, пробирается на территорию СССР через Чехословакию и Польшу. Переход на нашу территорию ожидался ближайшей ночью. Об этом факте он должен был сообщить английской разведке по радиостанции. Была известна лишь частота передатчика. Я работал оператором поста дослеживания. Настроил свои приёмники так, чтобы охватить частоту 4211 кГц и прилегающие к ней полосы частот ±3 кГц. Успех зависел от точности этой настройки. Времени зря никогда не терял — вёл разработку всех дослеживаемых постом английских линий агентурной радиосвязи. В 4 ч утра слышу (очень слабо) короткое "нажатие", затем позывной "КУУ". Дал команду на пеленгование, проследил сеанс связи — всё, как положено. Это был тот самый ОУНовец!

* * *

Вызов мюнхенского центра западногерманской разведки ожидался на частоте 3915 ±10 кГц. Радионаблюдение вёл опытный радиооператор тов. Исаева Александра Максимовна. Зная, что эта задача не из простых (не точно одинаковая для всех случаев частота, сходство передачи с передачами радиосетей советских и других радиосетей), я, в это время начальник смены, решил "подстраховать" выполнение этого задания. Обычно радиооператоры опознавали сигналы этого центра по передаваемым кодовым выражениям, на приём которых требовалось время. Иногда передачи обнаруживались с опозданием, что отрицательно сказывалось на результатах "общих облав" на корреспондента. Я же определял сигналы центра по едва заметной, но характерной особенности их звучания. Мне для опознания достаточно было услышать всего один-два коротких сигнала, например, две точки кода Морзе. Это позволяло в процессе поиска контролировать более широкий диапазон. Вызов я услышал на 125 кГц в стороне — на частоте 4040 кГц. Такого большого отклонения не ожидал даже я.

По материалам музея радиоконтрразведки ФСБ России, г. Москва

Ещё раз про искусственный интеллект



А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"У порога встали горы громадно,
Я к подножию щекой припадаю.
И не выросла ещё та ромашка,
На которой я себе погадаю".

Роберт Рождественский

Искусственный интеллект (ИИ) или же Artificial Intelligence (AI) — быстроразвивающаяся технология, о которой стоит говорить даже чаще, чем это происходит в журнале. Она стремительно развивается вместе с такими дополняющими друг друга технологиями, как нейронные сети и машинное обучение, к которым в последнее время подключился Интернет вещей (IoT), и, по слухам, даже собирается захватить весь мир. Причём с нашей непосредственной помощью. О ней непрерывно говорят и пишут, пишут и говорят. ИИ уже применяется в сложном моделировании, в играх, в медицинской диагностике, в поисковых системах, в логистике, в военных системах и много где ещё, обещая в обозримом будущем охватить и, возможно, основательно "перелопатить" весь постиндустриальный ландшафт. И даже начал писать литературные произведения, вроде таких: "Давным-давно жила-была золотая лошадь с золотым седлом и красивым фиолетовым цветком в волосах. Лошадь принесла цветок в деревню, где принцесса пустилась в пляс от мысли о том, как красиво и хорошо выглядит лошадь".

Что можно сказать? Лошади, они такие. Да и принцессы живут, как известно, больше по деревням... Однако ИИ имеет способность обучаться, а "первый блин комом" бывает не только в литературе, поэтому и всем остальным почитателям ИИ стоит к нему также приготовиться.

И ещё ИИ — это мантра или священный текст, который раз от раза повторяют технологи, академики, журналисты и др. для привлечения внимания как к проблемам человечества, так и к себе, любимым. Одни специалисты в лице известных представителей науки и бизнеса, как Стивен Хокинг, Билл Гейтс и Элон Маск, не так давно беспокоились по части будущего ИИ, поскольку дальнейшее развитие ИИ-технологий может приоткрыть "ящик Пандоры", когда ИИ станет доминирующей формой "жизни" на нашей планете. Другие специалисты озабочены разработкой этических норм, чтобы обуздать разрушительную силу ИИ: впрочем, он пока ещё ничего не разрушил, направив её на служение общему благу цивилизации.

А вот Пентагон, к примеру, уже решил, что ИИ — это ключевое направление, в которое необходимо вложить максимум усилий, чтобы не дать Китаю и России вырваться вперёд. В связи с этим в США под руководством министра обороны Джеймса Мэттиса и его заместителя Майкла Гриффина создаётся соответствующий центр ИИ.

В настоящее время значительная часть того, что в публичной сфере называется ИИ, является лишь так называемым "машинным обучением" (ML — Machine Learning). В частности, с помощью технологии Big Data ML позволяет компьютерной программе обучаться на всех собранных данных и выдавать предсказания или прогнозы с растущей по мере обучения точностью для использования при автоматическом (или под контролем человека) принятии решений. В целом ML — это алгоритмическое поле, объединяющее идеи из статистики, информатики и многих других дисциплин для разработки алгоритмов, которые позволяют делать указанное выше.

Кстати, ML родилось не сегодня. Его роль в промышленности была в целом понятна ещё в начале 1990-х годов, и к концу XX века такие перспективные компании, как Amazon, уже использовали ML во всём своём бизнесе, решая критически важные проблемы с обнаружением мошенничества, прогнозирования логистических цепочек или создания рекомендаций потребителям. По мере того как объёмы данных и вычислительные ресурсы компьютеров быстро росли в течение последующих двух десятилетий, стало ясно, что вскоре ML будет управлять не только Amazon, но и практически любая компания, в которой решения могут быть привязаны к крупномасштабным данным. По мере того как специалисты в области алгоритмов ML сотрудничали со специалистами в области баз данных и распределённых систем для создания масштабируемых и надёжных систем ML, раздвигались шире социальные и экологические границы полученных систем. Сегодня именно это слияние идей и технологических тенденций и называется ИИ.

С другой стороны, исторически сложилось так, что термин ИИ появился ещё в конце 1950-х годов, чтобы на взлёте появившихся идей по части развития кибернетики (по большей части там, где она не считалась лженаукой) окунуться в столь пьянящее душу учёного стремление реализовать в программном и аппаратном обеспечении сущность с интеллектом, приближённом к интеллекту человека. Революция, казалось, была так близка, и искусственная разумная сущность должна была казаться одной из нас, если не физически, по крайней мере, мысленно. Новый термин сразу же подхватили писатели-фантасты, но в реальной жизни у творцов "новых сущностей" успехи не особо приближались к успехам Господа или же просто Природы (как принято говорить у атеистов).

В те далёкие времена термин ИИ использовался на высоком уровне, приближающемся к способности людей рассуждать и думать. Как отмечают специалисты, несмотря на то что с тех пор прошло почти 70 лет, все те былые высокоуровневые рассуждения и идеи по-прежнему остаются неуловимыми и не получили какого-либо программно-аппаратного воплощения. В отличие от восторженных прошлых ожиданий, весь сегодняшний ИИ в основном сформировался в областях техники, связанных с низкоуровневым распознаванием образов и управлением движением, а также в области статистики по части дисциплин, ориентированных на поиск шаблонов данных и на создание логически связанных с ними прогнозов. Столь давно ожидаемой революции в области ИИ пока ещё не случилось.

Впрочем, в отличие от человеческого мозга, поверх которого существует и наш интеллект, ИИ не зависит от атомов углерода, белковой жизни и всяческих эволюционных ограничений. Благодаря этому ИИ способен непрерывно обучаться и совершенствоваться, и, в конце концов, он позволит человечеству решить массу насущных проблем от климатических изменений до онкологических заболеваний. Такого мнения придерживается Макс Тегмарк, физик из Массачусетского технологического института и сооснователь так называемого "Института будущего человечества". В интервью изданию The Verge Тегмарк представил своё видение трёх эволюционных форм жизни на нашей планете.

Жизнь 1.0 характерна для бактерий, которых Тегмарк называет "небольшими атомами, соединёнными вместе в простейший алгоритм саморегулирования". Бактерии не способны освоить ничего нового в течение своей жизни, а механизмы их работы крайне примитивны, они могут только поворачиваться в ту сторону, где больше еды. В свою очередь, развитие их "ПО" (современные учёные теперь легко разделяют всё сущее на "ПО" и "железо") возможно только в рамках эволюционных изменений.

Жизнь 2.0 воплощается в людях. И несмотря на то что человек также

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

обладает жёстко заданным и ограниченным эволюцией телом ("железом"), он также обладает серьёзным преимуществом в виде более совершенного разума ("ПО"), которое позволяет ему учиться самостоятельно. Благодаря способности совершенствовать своё "ПО" по собственному усмотрению, приобретая знания и не дожидаясь эволюционного развития, люди начали доминировать на этой планете, создали современную цивилизацию и культуру. Тем не менее, несмотря на все преимущества, у нашего совершенствования есть предел. Именно поэтому со временем жизнь 2.0 будет вытеснена менее ограниченной жизнью 3.0 (учитывая сказанное немного выше, делать подобные заявления было бы несколько опрометчиво).

Жизнь 3.0 характеризуется тем, что в ней не существует не только эволюционных, но и биологических ограничений. ИИ, в отличие от предыдущих форматов, будет способен развивать как своё "ПО", так и "железо". Например, установить у себя больше памяти, чтобы запоминать в миллион раз больше информации или получать большую вычислительную мощь (кстати, было бы интересно посмотреть, нет ли у Тегмарка где-нибудь за ухом USB-разъёма). В отличие от жизни 3.0, мы, довольствующиеся жизнью 2.0, хотя и можем поддерживать собственное сердцебиение с помощью кардиостимуляторов или облегчать пищеварение таблеткой, но не в состоянии внести в свои тела кардинальных изменений. Ну, разве что, — небольшую коррекцию при помощи пластических хирургов или вживления чипов. Нам не дано серьёзно увеличить свой рост или в тысячу раз ускорить мышление в собственном мозгу. Человеческий интеллект работает на биологических нейронных связях, причём объём нашего мозга ограничен, чтобы при рождении голова могла пройти через родовое отверстие матери. ИИ же ничем не ограничен и может совершенствоваться бесконечно, — поясняет учёный.

Впрочем, похоже, что Тегмарк както не учитывает прогресс в генетическом проектировании: неровен час, люди таки научатся корректировать свои тела, чтобы отрастить длинные ноги, цепкие щупальца, увеличить родовое отверстие или добавлять ума тем, кому его катастрофически не хватает.

Тегмарк отмечает, что многие люди сегодня воспринимают разум как загадочное свойство биологических организмов. Однако, по его словам, эти представления ошибочны. "С точки зрения физика, разум — это всего лишь обработка информации, которую выполняют элементарные частицы, движущиеся по определённым физическим законам", — говорит он. Законы физики никак не препятствуют созданию машин, намного превосходящих человека по интеллекту (хорошо бы при этом поточнее знать что же такое интеллект). Помимо этого, подчёркивает Тегмарк, нет никаких свидетельств в пользу того, что разум зависит от наличия органической материи: "Я не думаю, что есть какой-то секретный соус, в котором обязательно должны присутствовать атомы углерода и кровь. Я много раз задумывался, каким может быть предел интеллекта с точки зрения физики, и каждый раз приходил к выводу, что если такой предел и существует, то мы от него находимся очень и очень далеко. Мы даже не можем его вообразить. Тем не менее я уверен, что именно человечество вдохнёт во Вселенную то, что впоследствии станет жизнью 3.0, и это, с моей точки зрения, звучит очень романтично".

В ответ хочется не менее романтично добавить, а нас туда с нашим ИИ со всеми так сказать нашими "трещинками" звали? Что касается "трещинок", если жизнь 3.0 не будет знать ограничений, то неплохо бы узнать, каких именно: в обмане, в безразличии, в подлости? А быть может, в возможности убивать? Точно такие же проблемы регулярно встают перед отдельными представителями рода человеческого, которые раз за разом поддаются искушению.

"Мы сталкиваемся с ограничениями нашего разума каждый раз, когда проводим то или иное исследование. Именно поэтому я полагаю, что как только нам удастся объединить наш собственный ум с ИИ, перед нами откроются огромные возможности по решению практически всех проблем", — утверждает Тегмарк, а проблем, как мы знаем, у людей бывает много.

Ну что же. Для этого не нужно, как говорится, далеко ходить, ведь за последние 20 лет как в промышленности, так и в научных кругах наблюдался значительный прогресс в создании так называемого "усиления интеллекта" или IA (Intelligence Amplification). В этом случае вычисления и данные используются для создания служб, которые дополняют человеческий интеллект и творчество. Поисковая система может рассматриваться как пример IA (она увеличивает человеческую память и фактические знания), а также естественный перевод языка (он увеличивает способность человека общаться). Генерация звуков и изображений служит палитрой и усилителем творчества для художников. В то время как услуги такого рода могут, вероятно, включать в себя высокоуровневые рассуждения и идеи, в настоящее время этого не происходит, в основном всё сводится к выполнению различных сопоставлений наборов данных с шаблонами или числовых операций. Возможно, мы ещё увидим какие-нибудь облачные сервисы типа InaaS (Intellect-as-a-Service), помогающие пользователю поумнеть в разных областях знаний, но это будет лишь развитием поисковых систем, но ни в коем случае не заменой человеческого интеллекта.

Существует также такая "умная" вещь, как "интеллектуальная инфраструктура" (II — Intelligent Infrastructure), в которой сосуществуют сети вычислений, данных и физических объектов и которая начинает появляться в таких областях, как транспорт, медицина, торговля и финансы. Всё это имеет огромное значение для отдельных людей и сообществ. Иногда понятие II возникает в разговорах об интернет-вещах, но обычно это относится к простой проблеме получения вещей в Интернете, а не к решению значительного набора проблем, связанных с этими вещами, чтобы анализировать потоки данных, обнаружить их связи с внешним миром и взаимодействовать с людьми и другими вещами на гораздо более высоком уровне абстракции, чем просто биты. В общем, IA и II — это ещё не настоящий ИИ.

А что есть "настоящий" интеллект? Надо ли именно его имитировать в рамках создания ИИ? Конечно, человеческий интеллект — единственный вид интеллекта, который нам известен. Но мы знаем и то, что на самом деле люди не очень хорошо разбираются в некоторых суждениях, и у нас есть свои упущения, предвзятости и ограничения. Бывает, люди ошибаются. Более того, мы не эволюционировали до того уровня, чтобы выполнять виды широкомасштабного принятия решений, с которыми сталкиваются современные системы, которые мы хотели бы представить на роль ИИ. Разумеется, можно сколько угодно рассуждать о том, что система ИИ не только подражает человеческому интеллекту, но и дополняет, исправляет его, а потом будет ещё и масштабироваться до решения сколь угодно больших проблем, стоящих перед человечеством. Но, извините, это уже из области научной фантастики, и подобные умозрительные аргументы, вот уже 70 лет питающие художественную литературу, не должны становиться основной стратегией формирования ИИ. Очевидно, IA и II будут и дальше развиваться, решая свои частные задачи, но отнюдь не с претензией, чтобы стать настоящим ИИ. Пока ещё мы очень далеки хотя бы от реализации "человекоподражательного" ИИ.

К тому же успех в IA и II не является ни достаточным, ни необходимым для решения важных проблем ИИ. Если обратиться к беспилотным автомобилям, то для реализации подобной технологии необходимо решить ряд технических проблем, которые могут иметь совсем мало отношений к компетенциям человека. Интеллектуальная транспортная система (а это система ИИ), скорее всего, будет в большей степени напоминать существующую систему управления воздушным движением, чем популяция слабо связанных, ориентированных на собственные цели и в целом невнимательных людей-водителей. Точнее, она будет намного сложнее, чем нынешняя система управления воздушным движением хотя бы в части использования огромных объёмов данных и адаптивного статистического моделирования для информирования о частных решениях по каждому маневру каждого автомобиля.

Вместе с тем, несмотря на в целом оптимистичный настрой по части будущего ИИ, специалисты признают, что ИИ несёт серьёзные риски. Помнится, Стивен Хокинг и др. полагали, что ИИ станет или самым худшим, или самым лучшим явлением в истории человечества. К тому же, когда люди говорят о нынешней тотальной автоматизации рабочих мест, они часто забывают, что намного важнее заглянуть вперёд, чтобы понять, что будет дальше.

По этому поводу Тегмарк сказал: "Дело в том, что сегодня перед нами стоят вопросы, на которые мы должны дать ответ прежде, чем на свет появится первый суперинтеллект. Причём эти вопросы довольно сложны, возможно, ответить на них мы сможем не ранее чем через 30 лет. Но как только мы их разрешим, то сможем обезопасить себя от угроз. Так как мы сможем обеспечить надёжность будущих систем ИИ, когда сегодня наши компьютеры очень легко взламываются? Как сделать так, чтобы ИИ понимал наши цели, если он станет умнее нас? Какими должны быть цели у самого ИИ? Сможет ли искусственный разум выработать перед собой высокие задачи, на которые сегодня уповают многие американские программисты, или он вдруг станет мыслить как человек из средних веков? Как изменится наше общество после появления ИИ? Когда ваш компьютер зависает, вы начинаете нервничать, потому что потеряли время. Но представьте, что речь идёт о бортовом компьютере самолёта, на котором вы летите, или о системе, отвечающей за ядерный арсенал в США, вот это уже в разы страшнее".

А вот кто, к примеру, должен отвечать, если ИИ или вооруженный им робот совершит действие, причинившее людям вред? Это действие может быть случайным, но это один из многих встающих перед обществом вопросов об автономии и ответственности ИИ, когда его наиболее продвинутые формы, скажем, самоуправляемые автомобили (возможно, первые роботы, которым мы учимся доверять), дроны или даже средства ведения войны, получают всё более широкое распространение. Специалисты по ИИ и праву пытаются это понять, однако не видят простого ответа. В любом случае вопрос остаётся юридически трудным. Как, к примеру, разделить зоны ответственности программиста и владельца, учитывая, что роботы и ИИ обучаются из окружающей их среды?

По словам Тегмарка, чтобы нивелировать исходящие от ИИ риски, надо чаще устраивать дискуссии. Причём в дискуссиях должны принимать участие все слои общества, а не только "повёрнутые" на ИИ учёные. Ведь ИИ обещает изменить саму сущность нашей цивилизации и затронет жизнь буквального каждого человека. Пусть каждый человек и участвует. И что интересно, хотя сегодня в исследования ИИ вкладывают миллиарды, при этом изучения его безопасности практически не финансируются. Кто стал бы строить ядерный реактор, не спроектировав предварительно его защиту? Очевидно, что все бы выиграли, если бы государства и корпорации стали больше вкладывать денег в исследования на тему безопасности ИИ. И тогда у нас что-нибудь получится.

А теперь рассмотрим идеальное информационное общество, в котором окружающая среда увешана датчиками, которые исправно передают адекватную информацию, и этому никто не мешает. И вот этот огромный окружающий мир поставляет в нашу высокотехнологичную компанию огромный поток данных, который в реальном времени обрабатывается в ЦОДах, преобразуется, визуализируется и пр., чтобы предстать в удобном виде. И потом человек, которому предназначена эта информация, напрягая мозги, смотрит на всё это и принимает решение, которое он транслирует другому человеку, воплощающему это решение в некий код. Далее этот оптимизированный код управляет производством, компанией или даже государством, и далее производство и пр. начинает улучшать что-то в окружающем мире и т. д.

А вам не кажется, что в истории про ИИ появилось слабое звено, и человек становится просто лишним? Специалисты отмечают, что хорошо обученный алгоритм уже сегодня в состоянии сам принимать решения, особенно в более или менее повторяющемся производственном процессе, причём может делать это гораздо лучше любого самого опытного технолога. И получается, что наличие человека в цепи принятия решений попросту непрактично. Ещё не построив "настоящий" ИИ, человечество уже начинает осознавать собственную ненужность в ряде известных процессов. То ли ещё будет, когда появится "настоящий" ИИ... Посчитает ли этот ИИ нужным кормить миллионы и даже миллиарды ненужных бездельников на "белковой тяге"? Ведь питающиеся электричеством роботы не нуждаются в сельском хозяйстве, жилье, переработке бытового мусора, отоплении, водоснабжении и пр. и пр. Тут и без ИИ легко сообразить, на чём целесообразно сэкономить. Кто-нибудь, кроме писателей-фантастов, просчитал такие риски?

Возможно, когда-нибудь какие-нибудь облачные сервисы позволят наделить интеллектом кого угодно. И тогда все вокруг станут умными и образованными. Только это будет уже никому не нужно. ИИ вам заявит, что, мол, ваш поезд, товарищи люди, уже ушёл. Что же останется нам? — Ну, хотя бы песня:

Я мечтала о морях и кораллах.
Я поесть мечтала суп черепаший.
Я шагнула на корабль, а кораблик
Оказался из газеты вчерашней...

По материалам ***The Verge, hightech.fm, vz.ru, anews.com, pcweek.ru, Defense News, medium.com***

Модулятор сигнала аналоговой видеокамеры

А. ЕКИМОВ, с. Омутинское Тюменской обл.

В 90-х годах прошлого века была популярна игровая приставка Dendy. Для подключения к телевизору через антенное гнездо они были снабжены модуляторами видеосигнала. Некоторые из этих приставок, кроме кабеля подключения к телевизору, имели в комплекте две антенны, что позволяло применить их взамен кабеля, так как модулятор приставки для этого имел достаточную мощность для передачи сигнала на несколько метров. Зачастую приставки приходили в негодность из-за выхода из строя процессоров, но модуляторы оставались целыми. Это натолкнуло меня на мысль использовать такой модулятор в качестве микромощного передатчика для передачи сигнала чёрно-белой аналоговой видеокамеры на небольшое расстояние, поскольку проложить, например, из сарая в дом, экранированный кабель (который надо ещё и приобрести) не всегда удобно или возможно. С этой целью было увеличено до 6 В подаваемое на модулятор напряжение питания и внесены в схему небольшие изменения, позволяющие повысить мощность модулятора.

Позже я разработал и испытал свой модулятор, схема которого показана на **рис. 1**. На транзисторе VT1 собран задающий генератор, на транзисторе VT2 — собственно АМ-модулятор, сигнал которого поступает на микромощный каскад УВЧ на транзисторе VT3. Большинство элементов размещены на печатной плате из двухстороннего стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**. Монтаж деталей произведён со стороны печатных проводников, вторая сторона платы

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

оставлена металлизированной и используется в качестве экрана и общего провода. В плате просверлены отверстия, через которые с помощью отрезков лужёного провода соединяют обе стороны металлизированной части платы.

конденсаторы C2, C4 и C5 следует применить с ТКЕ М47 или МПО. Транзисторы КТ368БМ можно заменить транзисторами серии КТ316. Катушка L1 намотана проводом ПЭВ-2 0,8 на оправке диаметром 5 мм и содержит 9 витков. Остальные катушки намотаны проводом ПЭВ 2 0,4 на оправке диаметром 4 мм и содержат: L2 и L4 — 8 витков, L3 и L6 — 5 витков, L5 — 7 витков. В качестве антенны модулятора применён медный провод толщиной 1,5...2 мм и длиной 450 мм.

Если с выхода видеокамеры поступает сигнал с постоянной составляющей, большей чем на эмиттере транзистора VT2, полярность включения конденсатора C8 надо поменять на противоположную. Для приёма сигнала модулятора на телевизор в качестве антенны был применён монтажный провод длиной 1,5 м, подключённый к антенному входу. Видеосигнал при испытаниях принимался телевизором без искажений, но чтобы добиться качественной модуляции (контрастности), необходимо обязательно подобрать резистор R4, а также с помощью подстроечного резистора R5 добиться глубины модуляции, (на экране телевизора будет изменяться яркость изображения). Частота несущей модулятора с указанными на схеме номиналами и параметрами катушек индуктивности — около 115 МГц. Её можно изменить в небольших пределах, раздвигая и сдвигая витки катушки L1. Максимального напряжения выходного сигнала добиваются с помощью подстроечных конденсаторов. Резистор R9 в выходном каскаде предназначен для предотвращения его самовозбуждения и, по моему мнению, препятствует возникновению других паразитных сигналов. Если ваш телевизор при сканировании настраивается ещё и на вторую гармонику сигнала (на частоте около 230 МГц), надо увеличить число витков катушек индуктивности L4 и L6 на два или три и повторно отрегулировать подстроечный конденсатор C14, увеличив длину антенны на 100 мм.

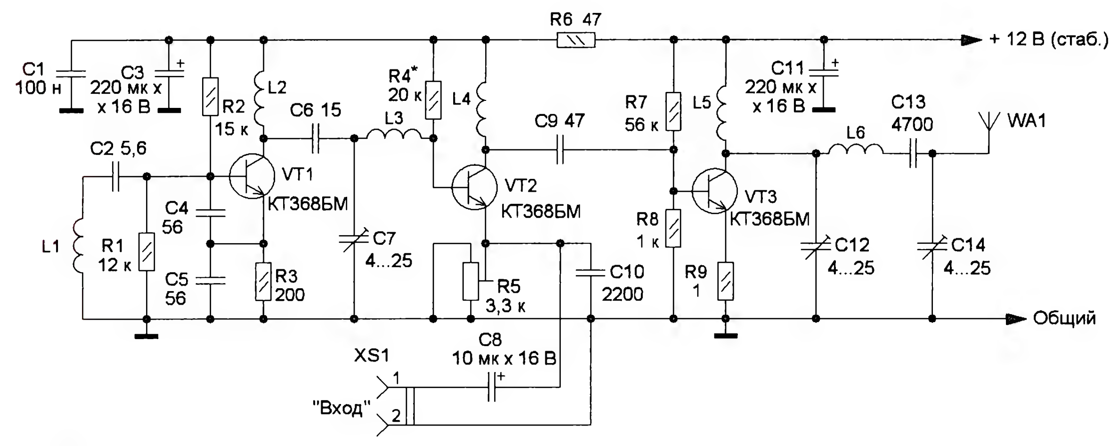


Рис. 1

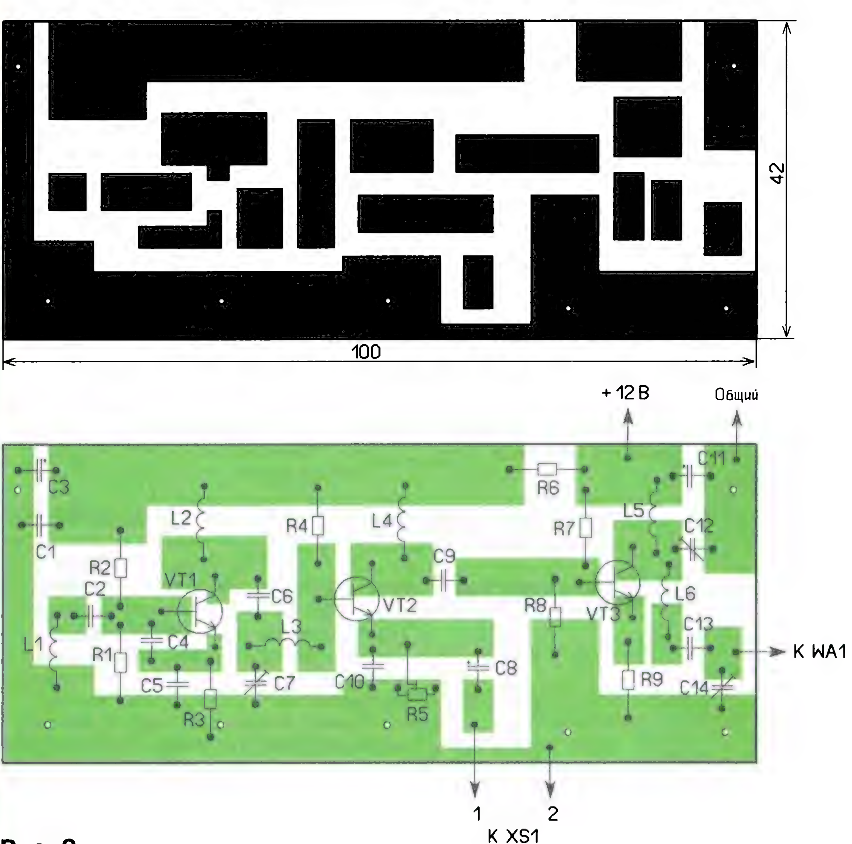


Рис. 2

Применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, подстроечный СП5-16, СП3-3, оксидные конденсаторы К50-35, подстроечные КПК-МП, подойдут и КТ4-25, остальные — керамические К10-17, КТ, КЛС, причём

Соседям я помешать своим устройством не могу, так как практически все они пользуются спутниковым и цифровым телевидением, используя приставки ДМВ-диапазона для приёма цифрового телевидения, которые подключаются к телевизионным приёмникам аналогового видеосигнала. Применять такой модулятор в городе из-за возможных помех не следует, но в сельской местности можно поэкспериментировать.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведёт В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. На проходившем в г. Санкт-Петербурге с 18 мая "Первом конгрессе цифрового радиовещания" впервые в России производилось демонстрационное вещание в цифровом формате DAB+ программ радиостанции "Пионер FM". Сайт станции <**http://pionerfm.ru/**>(источник — URL: **https://www.facebook.com/pionerfm.ru/posts/2095824720705125** (21.05.18)).

АЛТАЙСКИЙ КРАЙ. 25 апреля в г. Заринске на частоте 107,7 МГц с объекта связи филиала РТРС "Алтайский КРТПЦ" началась трансляция радиостанции "Дорожное радио". Мощность передатчика — 100 Вт (источник — URL: **http://altai.rtrs.ru/tv/analog/s-obekta-rtrs-nachalas-translyatsiya-dorozhnogo-radio-v-zarinske/** (21.05.18)).

БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ. Православная радиостанция "Радио Вера" начала своё вещание с 15 мая в г. Старый Оскол на частоте 104 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radio_vera?w=wall-51326921_15268** (21.05.18)).

ВОЛГОГРАДСКАЯ ОБЛ. 14 мая филиал РТРС "Волгоградский ОРТПЦ" начал трансляцию областной радиостанции "Волгоград-24 FM" на частоте 93,4 МГц. Мощность передатчика — 1 кВт. Радиостанция стала 26-й по счёту, транслируемой РТРС в Волгограде в УКВ-диапазоне (источник — URL: **http://volgograd.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-volgograd-24-fm-v-volgograde/** (21.05.18)).

КИРОВСКАЯ ОБЛ. С 14 мая радиостанция "Авторадио-Киров" прекратила вещание в г. Кирове на частоте 71,84 МГц в связи с окончанием лицензии вещателя (источник — URL: **http://kirov.rtrs.ru/tv/analog/radiostantsiya-avtoradio-kirov-prekratila-veshchanie-v-kirove/** (21.05.18)).

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ. С 1 мая филиал РТРС "Краснодарский КРТПЦ" начал трансляцию "Радио России" с программами ГТРК "Кубань" в г. Ейске на частоте 107,4 МГц. Благодаря увеличению мощности передатчика с 0,5 до 1 кВт возможность приёма радиопрограмм дополнительно получили более 30 тысяч жителей Ейского района. Ранее "Радио России" транслировалось в Ейске на частоте 71,15 МГц (источник — URL: **http://krasnodar.rtrs.ru/tv/analog/izmenilas-chastota-veshchaniya-radio-rossii-v-eyske/** (21.05.18)).

Радиостанция "Новое радио" появилась 7 мая в г. Армавире на частоте 98,1 МГц (источник — URL: **https://vk.com/newradio?w=wall-106042931_409948** (21.05.18)).

КРЫМ. В г. Джанкое 8 мая началась трансляция двух московских радиостанций: "Радио 7" — на частоте 104,6 МГц и "Европа Плюс" — на частоте 105,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/crimea_tvradio?w=wall-18594521_2454** (21.05.18)).

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ. Радиостанцию "EuroDance Radio" с 15 мая можно услышать в г. Выборге на частоте 87,6 МГц.

МОСКОВСКАЯ ОБЛ. С 1 мая радиостанция "Наше радио" начала вещание в г. Дубне на частоте 106 МГц (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/nashe-radio-nachnet-veshhanie-v-dubne.html** (21.05.18)).

В пгт Уваровка Можайского района с 10 мая на частоте 102,6 МГц можно принимать программы радиостанции "Радио родных дорог". Слоган радиостанции: "Ни дня без песни!"

В г. Можайске с 8 мая эта радиостанция транслируется на частоте 92,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_3479** (21.05.18)).

С 16 мая к сети радиостанции "Радио родных дорог" присоедился г. Клин. Вещание идёт на частоте 102,9 МГц (источник — URL: **https://vk.com/radiord?w=wall-143202128_3646** (21.05.18)).

МУРМАНСКАЯ ОБЛ. "Ростелеком" прекращает оказание услуг проводного радиовещания в городах Полярном и Снежногорске. Радиотрансляционный узел будет закрыт по причине износа оборудования связи, предназначенного для оказания услуг проводного радиовещания, и отсутствия технической возможности его замены.

До настоящего времени по сети проводного радиовещания транслировались две радиостанции: "Радио России" и "Маяк". Абоненты уведомлены о планируемом прекращении оказания услуги, получив предложение получать услуги радиовещания посредством использования УКВ-приёмников, которые, в отличие от приёмников проводного вещания, принимают все другие радиостанции, транслируемые в регионе в УКВ-диапазоне.

Мурманским филиалом принято решение о бесплатном обеспечении УКВ-приёмниками абонентов услуг связи проводного радиовещания ПАО "Ростелеком" (источник — URL: **https://www.hibiny.com/news/archive/166042/** (21.05.18)).

НОВГОРОДСКАЯ ОБЛ. 16 мая радиостанция "Авторадио" возобновила вещание в г. Великом Новгороде на частоте 103,7 МГц. Также в этот день к зоне вещания "Авторадио" добавился г. Боровичи, здесь радиостанцию можно услышать на частоте 105,4 МГц. Вещание станции в г. Валдае продолжается на частоте 103,4 МГц (источник — URL: **http://www.gpmradio.ru/news-page/uid/13890** (21.05.18)).

РОСТОВСКАЯ ОБЛ. 28 апреля филиал РТРС "Ростовский ОРТПЦ" начал трансляцию радиостанции "Радио России" с включением местных программ ГТРК "ДОН-ТР" в г. Сальске на частоте 105,9 МГц. Высота подвеса передающей антенны на объекте РТПС в Сальске — 236 м, мощность передатчика — 1 кВт (источник — URL: **http://rostov.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radio-rossii-v-salske-v-fm-diapazone/** (21.05.18)).

САХАЛИНСКАЯ ОБЛ. 1 мая радиостанция "ROCK FM" запустила вещание в г. Южно-Сахалинске на частоте 102,9 МГц. Это девятый регион вещания для радиостанции.

Радиостанция "ROCK FM" вещает в формате "Classic Rock" на территории Москвы и Московской области с 2007 г. Станция является одним из самых успешных проектов "Мультимедиахолдинга". Ежедневно в УКВ-диапазоне и в Интернете радиостанцию слушают около полумиллиона человек (источник — URL: **http://nsn.fm/hots/radio-rock-fm-teper-i-v-yuzhno-sakhalinske.html** (21.05.18)).

СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ. К сети регионального вещания радиостанции "Love Radio" с 18 мая присоединился г. Михайловск. Частота вещания — 93,6 МГц (источник — URL: **http://mediaguide.ru/?p=news&id=5afdef57&page=&screen=** (21.05.18)).

УДМУРТИЯ. В г. Воткинске 18 мая на частоте 97,6 МГц началось вещание радиостанции "Радио Рекорд" (источник — URL: **https://vk.com/mhsarapul?w=wall-94150511_6674** (21.05.18)).

ЧЕЧНЯ. 7 мая филиал РТРС "РТПЦ Чеченской Республики" совместно с ЗАО "Русское Радио-Евразия" начал трансляцию радиостанции "Русское радио" в г. Грозном с радиотелепередающей станции на горе Ястребиная. Слушатели могут принимать радиопрограммы на частоте 89,3 МГц. Мощность передатчика — 250 Вт, что делает сигнал доступным более чем 40 % жителей республики (источник — URL: **http://chechnia.rtrs.ru/tv/analog/rtrs-nachal-translyatsiyu-radiostantsii-russkoe-radio-v-groznom/** (21.05.18)).

ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

АЛЯСКА. Радиостанция KNLS ("The New Life Station") заменяет часть своих частот из-за сильных помех от различных радиостанций. Новое расписание должно вступить в силу с 21 мая. На русском языке трансляции будут идти:

— с 09.00 до 10.00 — на частоте 9610 кГц;

— с 11.00 до 12.00 — на частоте 6185 кГц;

— с 15.00 до 16.00 — на частоте 9730 кГц;

— с 16.00 до 18.00 — на частоте 9560 кГц.

Полное расписание всех языковых служб приведено на сайте станции <**http://knls.net/rus/schedule.htm**>. Мощность передатчика — 100 кВт, направление вещания — дальневосточный регион России.

***Примечание**. Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

ВЬЕТНАМ. Радиостанция "Голос Вьетнама", судя по эфирным наблюдениям, сократила свои трансляции на русском языке. С 11.30 до 11.57 и с 12.30 до 12.57 вещание идёт только на одной частоте — 7220 кГц. На запланированной параллельной частоте 12000 кГц в указанное время трансляция отсутствует.

С 16.30 до 16.57 на русском языке трансляции ведутся на двух частотах: 7280 кГц и 9730 кГц.

КИТАЙ. "Международное радио Китая" транслирует программы на русском языке по расписанию, приведённому в **таблице**. Первый эфир программы дня звучит в 10.00, все остальные — повторы этой передачи (источник — URL: **http://russian.cri.cn/data/608/20171029/12691.html** (21.05.18)).

Время, UTC	Частота, кГц
00.00—00.57	1521; 7430; 9445
02.00—02.57	5905; 17640
04.00—04.57	5905; 15445; 15665; 17640
08.00—08.57	15335; 15665
10.00—10.57	963; 1116; 7390; 9725; 11935
12.00—12.57	963; 1521; 6100; 7400; 11935; 13575; 13600; 17575
14.00—14.57	963; 1323; 1521; 5905; 7330; 9675
16.00—16.57	1521; 5905; 9605; 9730; 11875
18.00—18.57	1521; 7210; 9560; 9765
20.00—20.57	7245; 9525
01.00—1.57	1521; 5905; 13600
03.00—03.57	5905; 15435; 17640; 17710
05.00—05.57	15445; 15665
09.00—09.57	15335; 15665
11.00—11.57	963; 1116; 1323; 1521; 9725; 9890; 11935
13.00—13.57	963; 1323; 1521; 5915; 5990; 7400; 9675; 13600
15.00—15.57	963; 1323; 1521; 5905; 5915; 5965; 5990; 9880; 11790; 13860
17.00—17.57	1521; 7265; 7410; 9470; 11875
19.00—19.57	1521; 6110; 7245; 9525
23.00—24.00	7430; 9445

19 апреля в Китае завершилось объединение трёх крупных электронных СМИ в медиакорпорацию "Голос Китая". Это — "Центральное телевидение Китая" (CCTV), "Китайское национальное радио" (CNR) и "Международное радио Китая" (CRI).

В стране появилось новое государственное управление радиовещания и телевидения, эта структура находится под непосредственным контролем Госсовета КНР. Оно будет заниматься разработкой и исполнением политических установок и мер по управлению радиовещанием и телевидением, продвигать реформы в данных сферах, импортировать радио- и телепередачи, а также содействовать выходу этих секторов за рубеж.

При вещании на внутреннюю аудиторию будут использоваться изначальные названия, а на внешнюю — общее название "Голос Китая" (источник — URL: **http://rcbc.ru/5459** (21.05.18)).

КНДР. С 5 мая передачи всех языковых служб "Голоса Кореи" выходят в эфир с начала каждого часа, а не с середины, как это осуществлялось до сих пор. Таким образом, трансляции на русском языке из Пхеньяна поменяли время выхода в эфир и окончания вещания. Расписание теперь выглядит так:

— с 07.00 до 07.57 и с 08.00 до 08.57 — на частотах 9875, 11735, 13760 и 15245 кГц;

— с 14.00 до 14.57, с 15.00 до 15.57 и с 17.00 до 17.57 — на частотах 9425, 12015 кГц.

Решение о переводе часовых стрелок по всей Северной Корее принято по итогам прошедшего межкорейского саммита. Таким образом, КНДР оказалась в одной часовой зоне с Южной Кореей (источник — личные наблюдения и сайт станции <**http://www.vok.rep.kp/CBC/index.php?CHANNEL=3&lang=**> (21.05.18)).

ЧЕХИЯ/США/ЛИТВА. Управляемая правительственной организацией США Broadcasting Board of Governors (BBG) радиостанция "Радио Свобода" транслирует программы на русском языке в летнем сезоне (передатчик мощностью 75 кВт в местечке Вешинтос (Viesintos), Литва) по следующему расписанию: с 18.00 до 19.00 и с 19.30 до 03.00 на частоте 1386 кГц.

СЛУЖЕБНЫЕ РАДИОСТАНЦИИ

Погода для аэропортов мира (в том числе российских) с указанием городов, частот и времени объявлений, транслируемых служебными радиостанциями, представлена в таблице на сайте <**http://dxinfocentre.com/volmet-wx.htm**>.

German Weather Service (по-немецки "Deutsher Wetterdienst") — "Германская метеослужба" транслирует информацию о погоде для Балтийского и Северного морей четыре раза в день по следующему расписанию: с 06.00 до 06.30, с 12.00 до 12.30, с 16.00 до 16.30 и с 20.00 до 20.30 на частотах 5905 и 6180 кГц. Для вещания используется передатчик мощностью 10 кВт, язык трансляций — немецкий.

Сайт <**http://www.wettergefahren.de/index.html**>.

Информация о точном значении московского времени и календарной дате, а также эталонные сигналы времени транслируются подразделением ФГУП "Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений" (ФГУП ВНИИФТРИ) с использованием коротковолновых передатчиков, сети Интернет, спутников и 1-го канала ТТЦ "Останкино".

Время трансляций, частота, мощность, позывной и расположение передатчиков представлены в последнем выпуске бюллетеня по адресу <**ftp://ftp.vniiftri.ru/BULLETINS/V/bull_b16_2018.pdf**>.

Распространяемая ГСВЧ (Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли) информация о точном значении московского времени и календарной дате является официальной и общедоступной (источник — URL: **http://www.vniiftri.ru/index.php/ru/time** (21.05.18)).

Хорошего приёма и 73!

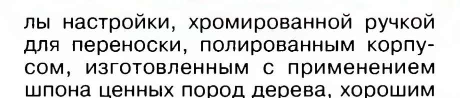
Доработка радиоприёмника "Ленинград-006-стерео"

И. ПУХОВ, г. Энгельс Саратовской обл.

Радиоприёмник высшего класса "Ленинград-006-стерео" (**рис. 1**), выпускавшийся Ленинградским заводом "Радиоприбор" с 1978 г., до сих пор привлекает к себе внимание красотой и строгостью внешней отделки, передней панелью, оформлением шка-



Рис. 1



лы настройки, хромированной ручкой для переноски, полированным корпусом, изготовленным с применением шпона ценных пород дерева, хорошим качеством приёма и, конечно же, превосходным "насыщенным" и "бархатистым" звучанием, очень похожим на "тёплый ламповый" звук. Однако в последнее время радиовещание в диапазоне OIRT (64,5...74 МГц) резко сократилось, а в некоторых городах и вовсе прекращено или в лучшем случае перенесено в диапазон CCIR (87,5...108 МГц). И это не говоря уже об остальных радиовещательных диапазонах, которые способен принять этот радиоприёмник. Поэтому было принято решение для начала перестроить его на диапазон CCIR.

В радиоприёмнике "Ленинград-006-стерео" применён унифицированный блок УКВ-1-1С, схема которого взята из [1] и показана на **рис. 2**, описание работы этого радиоприёмника и всех его блоков также приведено в [1]. За основу перестройки блока УКВ-1-1С была взята методика, описанная в [2], суть которой заключается в том,что частоту гетеродина необходимо повысить примерно в 1,2 раза путём изменения ёмкости и индуктивности колебательного контура и далее следует уложить границы диапазона, провести сопряжение входных и гетеродинного контуров, настроить максимальную чувствительность и добиться корректной работы системы АПЧ. Блок УКВ-1-1С, внешний вид которого представлен на **рис. 3**, необходимо снять с шасси радиоприёмника. Надо отмотать два витка катушки L4 контура гетеродина (см. рис. 2). Внешний вид доработанной катушки приведён на **рис. 4**.



Рис. 3

Расположение деталей на плате блока показано на **рис. 5**. Следует удалить конденсатор C24 из контура гетеродина L4C12C24, выполненного на транзисторе VT2, и конденсатор C3 из входной цепи L1L2C2C3. Конденсатор C14 заменяют аналогичным ёмкостью 220 пФ, подбирая этот конденсатор, можно увеличить либо уменьшить диапазон перестройки. Как показала практика, выбранное значение является оптимальным. Следующий этап — замена штатного магнитодиэлектрического подстроечника катушки L3 резонансного контура УВЧ (L3C9C23), выполненного на транзисторе VT1, латунным. Новый подстроечник должен быть идентичен заводскому, который уста-

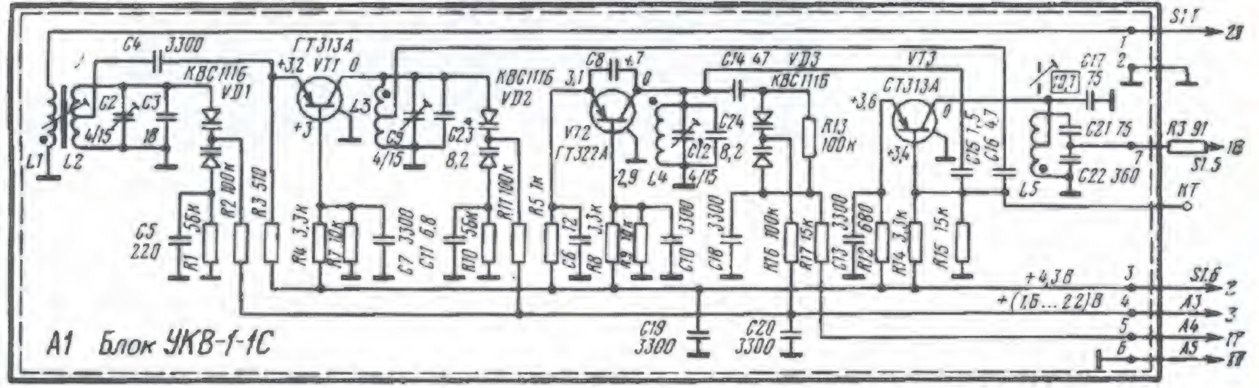


Рис. 2

новлен в катушке L4, его диаметр — 5 мм, высота — 6 мм, шаг резьбы — 0,25 мм. Экспериментально выяснено, что подстроечник катушек (L1, L2) входного контура заменять не стоит, он попрежнему остаётся магнитодиэлектрическим. Число витков катушек L1, L2 и L3 также остаётся неизменным.



Рис. 4

После внесения описанных выше изменений проводится налаживание блока УКВ. Поскольку не у каждого радиолюбителя имеется генератор высокочастотных сигналов, настройку блока можно выполнить с помощью другого контрольного УКВ-приёмника с диапазоном CCIR (87,5...108 МГц), желательно с цифровой шкалой для получения большей точности. Можно использовать и сотовый телефон, сейчас у многих из них на "борту" есть встроенный УКВ-приёмник этого диапазона.

Рассмотрим подробно процедуру налаживания блока УКВ-1-1С. Сначала его надо вернуть на штатное место шасси радиоприёмника. Отжать все кнопки фиксированных настроек и кнопку "АПЧ", убедиться, что в нижнем положении стрелки верньерного устройства шкалы УКВ на контакте 4 блока УКВ (см. рис. 2) присутствует напряжение 1,6 В (нижняя граница), а при верхнем положении — 22 В (верхняя граница). Затем необходимо выполнить укладку диапазона перестройки гетеродина. Для этого надо применить контрольный приёмник с УКВ-диапазоном, нижним гетеродином и ПЧ, равной 10,7 МГц. Его настраивают на частоту 98,2 МГц и располагают как можно ближе к настраиваемому УКВ-блоку. При этом частота гетеродина контрольного приёмника будет равна 87,5 МГц. На этот сигнал гетеродина и надо настроить УКВ-блок. Для этого верньером настройки следует установить на контакте 4 УКВ-блока напряжение 1,6 В, соответствующее нижней границе диапазона, и вращением подстроечника катушки L4 добиться уменьшения либо полного пропадания шума в громкоговорителе контрольного приёмника. После этого его можно выключить. Чтобы не повредить магнитодиэлектрические подстроечники катушек индуктивности, залитых парафином или похожим материалом, их надо предварительно разогреть паяльным феном при температуре около 100 °С.



Рис. 5

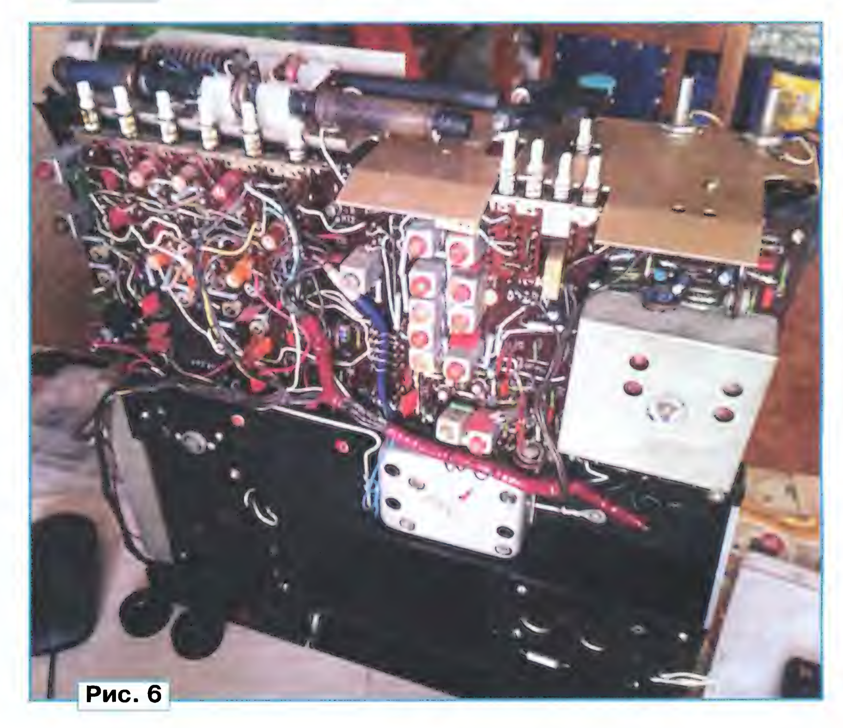


Рис. 6

Далее ручкой настройки стрелку верньерного устройства нужно переместить в верхнее положение шкалы диапазона УКВ и вращением ротора подстроечного конденсатора C12 добиться чёткого приёма самой близкой к верхней границе диапазона (108 МГц) радиостанции. Стоит отметить, что далеко не в каждом регионе вещание ведётся на частоте, близкой к 108 МГц, поэтому шкалу диапазона УКВ настраиваемого приёмника стоит визуально разделить таким образом, чтобы нижнее положение стрелки верньерного устройства соответствовало 87,5 МГц, а верхнее — примерно 108,5 МГц. Если в вашем населённом пункте частота самой близкой к верхней границе диапазона радиостанции меньше 108 МГц, стрелку нужно установить ниже крайнего верхнего положения и проводить операции с конденсатором C12.

Следующий этап — сопряжение контуров. При выполнении этой операции вначале необходимо настроиться на самую близкую к частоте 87,5 МГц радиостанцию и вращением подстроечников катушек L3, L2 и L1 добиться чёткого уверенного приёма, громкого без искажений звучания радиостанции и максимального отклонения стрелки индикато-

Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 7

124

154

Рис. 8

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

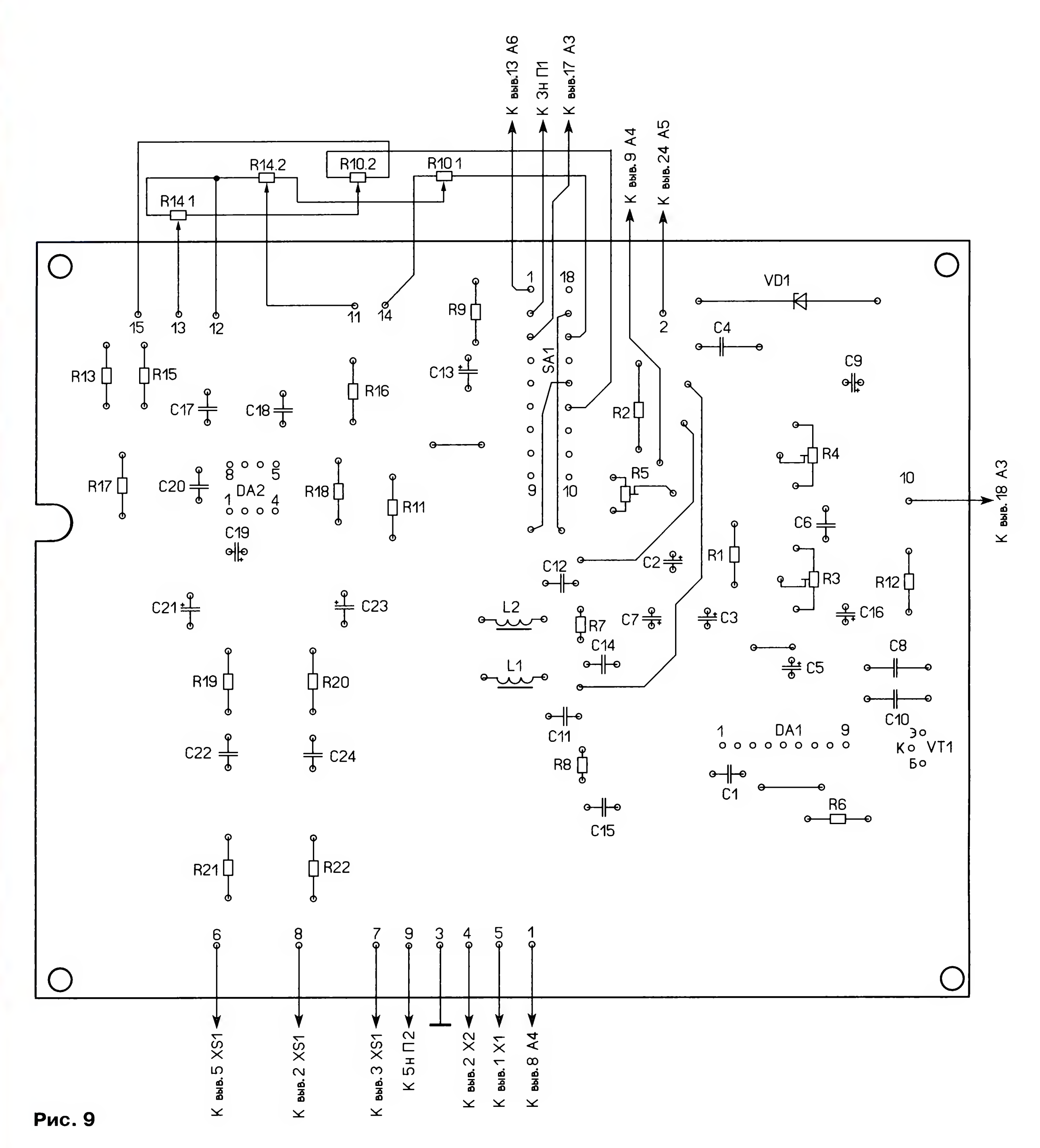


Рис. 9

ра настройки. Операцию повторяют, постепенно уменьшая длину штыревой антенны. Затем надо настроиться на радиостанцию, самую близкую к частоте 108 МГц, и вращением роторов подстроечных конденсаторов C2 и C9 добиться качественного приёма и максимального отклонения стрелки индикатора настройки, постепенно уменьшая длину антенны. Эти операции следует повторить два-три раза.

Максимальный выходной сигнал ПЧ УКВ-блока устанавливают по стрелочному индикатору, предварительно настроившись на радиостанцию. Делают это, аккуратно вращая на небольшой угол подстроечник катушки смесителя L5. После этого проверяют корректность работы АПЧ и чувствительность на всём диапазоне, она должна быть равномерной. Если это так, налаживание УКВ-блока можно считать законченным, подстроечники катушек L1, L2, L3 и L4 следует залить парафином для фиксации. Внешний вид блока УКВ 1-1С, установленного на шасси радиоприёмника, показан на **рис. 6**.

Описанная методика была неоднократно проверена мною на практике. С её помощью перестроены три блока УКВ-1-1С, и во всех трёх случаях отмечается положительный результат — хорошие чувствительность и избирательность, а также корректная работа АПЧ. Границы диапазона перестройки доработанного блока проверены с помощью ВЧ-генератора TR-0608. Нижняя граница — около 87 МГц, а верхняя — 108,2 МГц. Подробная процедура налаживания блока УКВ-1-1С с помощью контрольно-измерительных приборов изложена в [3].

После того как УКВ-блок был перестроен и появилась возможность принимать радиостанции диапазона CCIR (87,5...108 МГц), возникла идея заменить стереодекодер. Поскольку штатный блок стереодекодера предназначен для работы в режиме вещания с полярной модуляцией, а в диапазоне CCIR стереовещание ведётся с пилот-тоном,

РАДИОПРИЁМ
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2018

переделать штатный блок не представляется возможным. В результате пришлось изготовить новый стереодекодер, который устанавливают на штатное место взамен старого.

Схема нового стереодекодера представлена на **рис. 7**. Он собран на специализированной микросхеме TA7342P (DA1) и содержит стерефонический усилитель для головных телефонов на микросхеме DA2. При нажатом кнопочном переключателе SB1 напряжение 5 В, поступающее с контакта 5н планки П2 блока питания А7 (см. схему, приведённую в [1]), подаётся на линию питания микросхемы DA1, а напряжение 12 В с контакта 3н планки П1 блока А7 (см. схему, приведённую в [1]) подаётся на параметрический стабилизатор R9VD1, питающий микросхему DA2 (двухканальный маломощный УЗЧ), а также на вывод 17 блока управления А3 (см. схему, приведённую в [1]). Комплексный стереосигнал (КСС) поступает через подстроечный резистор R5 и разделительный конденсатор C7 на вход микросхемы стереодекодера. Резистором R5 устанавливают требуемый для стереодекодера уровень входного сигнала.

Микросхема DA1 предназначена для преобразования КСС, и на её выходах присутствуют низкочастотные сигналы левого и правого каналов (А и В). Конденсаторы C1—C3, C6 и резисторы R1, R3, R4 служат для обеспечения необходимых параметров режима работы микросхемы DA1, подробное описание которой приведено в [4]. Сигналы низкой частоты каналов А и В проходят через разделительные конденсаторы C9, C16 на сдвоенный переменный резистор R10 регулировки стереобаланса. Далее сигналы поступают на сдвоенный резистор R14 регулировки громкости, с которого через ФВЧ R15C17R17 и R16C18R18 они подаются на входы микросхемы DA2 — усилителя НЧ-стереотелефонов. Описание микросхемы TDA2822M приведено в [5]. Усиленные сигналы с выходов усилителя DA2 через разделительные конденсаторы C21, C23 и фильтры поступают на разъём XS1 для подключения головных стереотелефонов. Резисторы R11 и R13 ограничивают пределы регулировки стереобаланса, конденсаторы C1, C13, C19, C20 выполняют роль фильтров по питанию. Элементы C11 и L1, а также C12 и L2 — режекторные фильтры для подавления пилот-тона с частотой 19 кГц. Расчёт и условия для выбора режекторных фильтров, а также их влияние на АЧХ выходного сигнала подробно изложены в [6].

При наличии стереосигнала на выводе 6 микросхемы DA1 формируется напряжение, которое поступает через токоограничивающий резистор R6 на базу транзистора VT1, коллекторная цепь которого через резистор R12 подключена к миниатюрной лампе накаливания H1 (СМН-10-55) — индикатор стереоприёма. Расположена эта лампа в блоке управления А3 и подключена к его выводам 17 и 18 (см. схему, приведённую в [1]). Разъёмы X1, X2, расположенные в блоке УЗЧ А6 (см. схему, приведённую в [1]), соединённые с выводами 4 и 5 блока стереодекодера, используются для подключения звуковоспроизводящей или записывающей аппаратуры.

Чертёж односторонней печатной платы стереодекодера показан на **рис. 8**, она сделана из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Расположение элементов на ней показано на **рис. 9**. Применены постоянные резисторы МЛТ, C2-23, подстроечные R5 — СП3-38, R3, R4 — СП3-1б, резисторы R10 и R14 — штатные переменные резисторы, установленные на шасси радиоприёмника. Оксидные конденсаторы — импортные, конденсаторы C11 и C12 — плёночные, остальные — керамические или плёночные. Микросхему TA7342P можно заменить её аналогами: AN7420, GL5643, KA2263 или KIA6043S. Аналог микросхемы TDA2822 — микросхема KA2209. Катушки индуктивности — RL622-104K-RC или B82144A2107J000, кнопочный переключатель — П2К с фиксацией, его можно снять с платы старого стередекодера.

Налаживание блока стереодекодера заключается в том, чтобы резистором R5 установить требуемый для нормальной работы DA1 уровень входного сигнала, а резисторами R3 и R4 добиться чёткого разделения выходных сигналов ЗЧ по каналам, а также стабильного включения индикатора стереорежима.

Обозначения выводов и разъёмов блока стереодекодера соответствуют обозначениям, приведённым в [1]. Внешний вид радиоприёмника с установленным на шасси стереодекодером показан на **рис. 10**. Здесь следует отметить, что в первоначальном варианте стереодекодера не было фильтрующих элементов L1, L2, C11, C12, C14, C15, R7 и R8. В процессе эксплуатации выяснилось, что без этих элементов, в паузах между музыкальными композициями или речевых сообщений в головных телефонах, был слышен негромкий высокочастотный писк. Это оказалось неприятным явлением, которое вызывало раздражение при прослушивании стереопередач. Поэтому для подавления пилот-тона и высокочастотных составляющих выходного сигнала стереодекодера были введены указанные выше фильтрующие элементы. Разместить их пришлось на отдельной печатной плате, которую я установил в нижнем правом углу основной платы стереодекодера. На плате, чертёж которой показан на рис. 8, места для установки указанных элементов предусмотрены, а расположение некоторых элементов изменено.

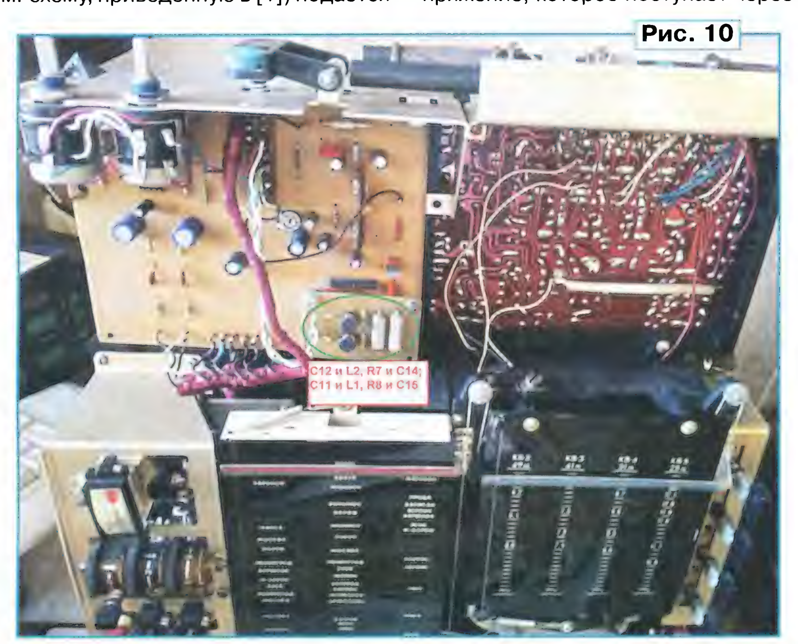


Рис. 10

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по бытовой приёмно-усилительной аппаратуре: Переносные и автомобильные радиоприёмники, кассетные магнитолы. Модели 1977—1981 гг. — М.: Радио и связь, 1984, авторы И. Ф. Белов, В. И. Белов.

2. "Ленинград-006". Перестраиваем УКВ. — URL: **http://rt20.mybb2.ru/viewtopic.php? f= 3&t=97388** (15.05.18).

3. Приёмник радиовещательный высшего класса "Ленинград-006-стерео АП-03". Инструкция по ремонту ВМ2.021.027 РД (leningrad 006manual.djvu). — URL: **http://www.radioscanner.ru/files/civil/file5209** (15.05.18).

4. TA7342P LINEAR INTEGRATED CIRCUIT. — URL: **www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/83893/ ETC/TA7342P.html** (15.05.18).

5. TDA2822M Dual Low-Voltage Power Amplifier. — URL: **www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/210177/FCI/TDA2822A.html** (15.05.18).

6. Стередекодер на TA7343AP для "Радиотехники Т-101". — URL: **https://0jihad0.livejournal.com/11593.html** (15.05.18).

***От редакции**. Чертёж печатной платы в формате Sprint LayOut имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/006.zip** на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®



Джоэль П. Дансмор. Настольная книга инженера. Измерения параметров СВЧ-устройств с использованием передовых методик векторного анализа цепей. — М.: Техносфера, 2018. — 736 с. ил.

16 мая в рамках XIV Международного форума **MetrolExpo'2018,** который проходил в г. Москве на ВДНХ, компания Keysight Technologies и Рекламно-издательский центр "Техносфера" представили российское издание книги научного руководителя Keysight Technologies Джоэля П. Дансмора. Ранее книга была издана на английском языке, а недавно увидело свет и китайское издание.

"Я очень надеюсь, — заметил во вступительном слове Джоэль, — что моя книга будет засалена и зачитана теперь уже и российскими инженерами, занимающимися проектированием СВЧ-устройств. Собственно, впервые в мире практически все существующие аспекты измерений в СВЧ-диапазоне собраны теперь в одном месте. Как известно, существуют много неточностей и разночтений в английских и русских терминах, причём не только межъязыковые, подчас и внутри одного инженерного сообщества. Поэтому пришлось много поработать над этим вместе с переводчиком и составить новый глоссарий. И теперь в связи с выходом книги в разных странах новые определения получили международное признание. Разумеется, эта книга не единственный источник знаний по измерениям на СВЧ, которые проводятся во всём мире не один десяток лет. Но как часто в наше время оказывается, что не всегда традиционные подходы самые лучшие. Да и инженерам порой сложно изменить свои привычные подходы, тогда как измерительное СВЧ-оборудование за последние годы изменилось радикально, и между устоявшимися методиками измерений и новыми поколениями радиоэлектронной техники увеличивается разрыв".

Сегодня в центре внимания — измерения активных и пассивных устройств с использованием новейших методик векторного анализа цепей (ВАЦ), в том числе конфигурации современных векторных анализаторов цепей, методики их калибровки, подходы к анализу полученных результатов измерений, неопределённостей и составляющих систематической погрешности. К примеру, мощность, поступающая в систему, и мощность, получаемая на выходе системы, являются одними из важнейших параметров для СВЧ-измерений. В книге впервые опубликованы основы коррекции подобных измерений, что ранее попросту отсутствовало в арсенале инженеров. Значительная часть книги посвящена описанию наглядных практических примеров измерений параметров таких устройств, как кабели и соединители, линии передачи, фильтры, направленные ответвители, усилители и смесители, балансные устройства и пр. В частности, методики измерений параметров смесителей могут быть довольно сложными, особенно это касается фазочастотной характеристики и задержки сигнала. Приведён новый метод калибровки по фазе опорного колебания, впервые описанный подробно. Рассмотрены методики измерений зависимостей характеристик смесителей от уровней мощности сигнала ВЧ и гетеродина, а также нелинейных характеристик и шумовых параметров.

В общем, вся эта информация будет полезна и для инженера-разработчика, и для инженера-метролога, поскольку одной из целей каждого тестирования аппаратуры является уточнение параметров устройств, которые зачастую не соответствуют упрощённым моделям, используемым для их описания. На практике — это непредвиденные отклики на тестовое воздействие, на определение причин которых разработчиками тратится наибольшее количество времени на этапе выявления неисправностей.

А. ГОЛЫШКО

г. Москва

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Хранение в ThingSpeak информации о температуре и влажности

А. ПАХОМОВ, г. Владимир

Приведено краткое описание применения сервиса ThingSpeak (https://thingspeak.com/) для накопления и отображения собранной информации. В качестве её источника использован датчик температуры и влажности DHT11. Подключение к Интернету по Wi-Fi реализовано с помощью модуля ESP-01.

В радиолюбительской практике нередко приходится собирать, сохранять и в последующем просматривать и обрабатывать разнообразную информацию, поступающую с различных датчиков. Один из вариантов решения этой задачи — оснащение каждого датчика или их группы своим микроконтроллером с выходом в Интернет. Эти устройства должны отсылать собранную информацию на Web-сервер, где она заносится в базу данных. Сервер должен иметь интерфейс, позволяющий просматривать, а возможно, и обрабатывать сохранённую информацию.

При самостоятельной реализации такой системы Web-сервер должен поддерживать PHP и иметь сервер баз данных, что далеко не всегда доступно на бесплатных сервисах. К тому же нужно обладать определёнными навыками web-программирования.

Задача существенно упрощается, если воспользоваться бесплатным сервисом ThingSpeak (URL: **https://www.mathworks.com/help/thingspeak/**). Это платформа для Интернета вещей (IoT), позволяющая собирать и хранить информацию в облаке. Она обеспечивает интерфейс, дающий возможность анализировать и визуализировать информацию в MATLAB.

Основа платформы ThingSpeak — каналы, в которые пользователи посылают информацию для хранения и визуализации. Каждый канал содержит, кроме имени и описания, восемь полей для информации любого типа, три поля для географических координат (широта, долгота, высота), поле для ссылки на сайт, где используется хранящаяся информация, ссылку на канал в YouTube.

Зарегистрировав канал в ThingSpeak, туда сразу же можно отправлять информацию, обрабатывать её и получать к ней доступ. Каналы могут работать с информацией в форматах JSON, XML и CSV.

Зарегистрироваться в сервисе и проверить его работу очень легко. Для этого на странице сервиса **https://thingspeak.com/** нажмите на экранную кнопку Get Started For Free. Чтобы зарегистрироваться и создать новый канал, достаточно указать его имя и определить используемые поля. Например, для описываемого ниже устройства — два поля для сбора информации о влажности и температуре (**рис. 1**). Сервис присвоит каналу уникальный идентификатор Channel ID.

Проверить работу созданного канала можно, записав в него информацию GET-запросом с помощью любого интернет-браузера. Для этого потребуется использовать ключ API key — длинный буквенно-цифровой код, который можно найти на вкладке API Keys канала. Обратите внимание, ключи API key для записи и чтения различны.

Отошлите в канал первую пару значений, например, 173 и 121. Для этого в адресной строке браузера наберите:

```
https://api.thingspeak.com/update
§.json?api_key=C9CSO.......155HZ&
§field1=173&field2=121
```

Прим. ред. *Здесь и далее знак § в начале строки означает, что эта строка — продолжение предыдущей. В компьютер эти строки нужно вводить слитно, а знак § удалить.*

Потом отошлите следующую пару значений, например, 123 и 321:

```
https://api.thingspeak.com/update
§.json?api_key=C9CSO.......155HZ&
§field1=123&field2=321
```

На каждый запрос сервер даст развёрнутый (JSON) ответ, где будут указаны Channel ID, значения всех полей, дата и время. Если .json в запросе отсутствует, ответ будет лаконичным — только число записанных значений.

Если теперь зайти в личный кабинет сервиса ThingSpeak, то на вкладке Private View можно увидеть графическое представление загруженной информации (**рис. 2**). При необходимости канал можно открыть для просмотра ограниченному числу пользователей или всем желающим. Для этого следует произвести соответствующие изменения на вкладке Sharing. Сохранить собранную информацию в файле или загрузить поля канала из файла можно на вкладке Data Import/Export.

test_apakhom
Channel ID: 490577 test
Author: apakhom
Access: Private
Private View | Public View | Channel Settings | Sharing | API Keys
Channel Settings
Percentage complete 50%
Channel ID 490577
Name test_apakhom
Description test
Field 1 Humidity
Field 2 Temperature
Field 3
Field 4

Рис. 1

Channel Stats
Created: 12 days ago
Updated: 10 days ago
Last entry: 10 days ago
Entries: 6
Field 1 Chart — test_apakhom
Field 2 Chart — test_apakhom

Рис. 2

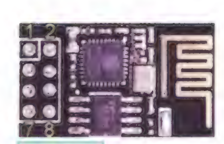


Рис. 3

В качестве контроллера устройства измерения температуры и влажности использован готовый модуль ESP-01 (**рис. 3**). Как сказано в его описании, модуль "представляет собой высокоэффективный, высокоинтегрированный комплекс для создания беспроводных систем на одном кристалле. Он может быть использован как полное и самодостаточное беспроводное сетевое решение или как связку с Wi-Fi какого-либо иного самостоятельного решения".

На плате модуля установлены микроконтроллер ESP8266EX [1], микросхема памяти, кварцевый резонатор на 26 МГц, два светодиода и печатная антенна. В микроконтроллере есть всё, что нужно для организации беспроводной связи — от антенного коммутатора до цифровых интерфейсов.

Модули поставляются запрограммированными и позволяют работать с ними через последовательный интерфейс с помощью AT-команд. В описываемом устройстве этот режим не используется. В модуль загружается программа, созданная в среде Arduino IDE. Рассказ об особенностях такого способа работы с модулем выходит за рамки статьи, найти описание программирования ESP-01 в Arduino IDE можно в Интернете, например в [2].

В качестве примера практической реализации устройства—поставщика информации для канала ThingSpeak рассмотрим модуль ESP-01 с подключённым к нему датчиком влажности и температуры DHT11. Принципиальная схема этого устройства показана на **рис. 4**.

литиевого аккумулятора. Далее с помощью интегрального стабилизатора напряжения AMS1117-3.3 (DA1) его понижают до 3,3 В, необходимых для питания модуля ESP-01 и датчика DHT11. Учтите, пиковый ток потребления модуля ESP-01 может достигать 300 мА.

Устройство собрано на макетной плате, на которой установлены разъёмы XP1 и XP2 и остальные детали. Её внешний вид показан на **рис. 5**. Здесь установлены и дополнительные детали (кнопки, съёмные перемычки, разъём), необходимые для программирования модуля ЕСР-01, но не показанные на схеме рис. 4. Схему их подключения можно найти в [5]. Для присоединения к разъёму XP1 блока питания с разъёмом miniUSB я использовал готовую плату-переходник.

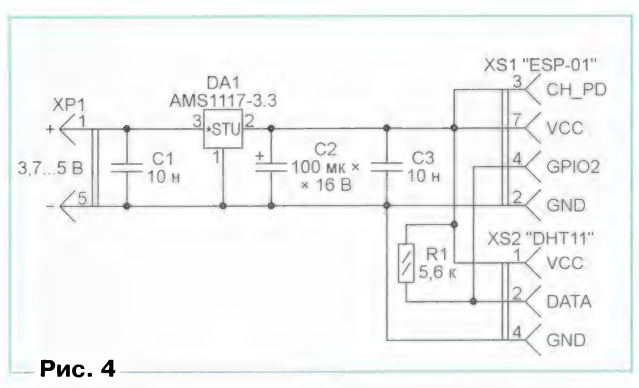


Рис. 4

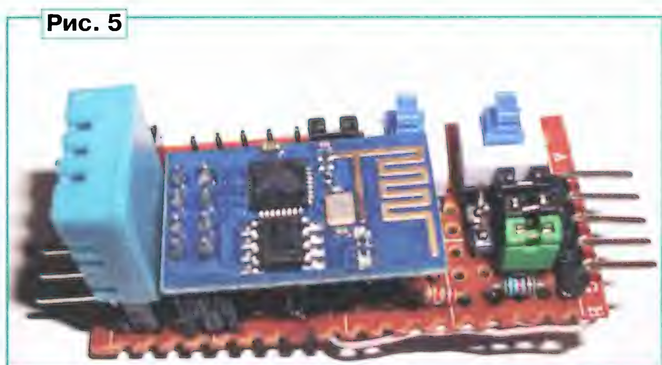


Рис. 5



Рис. 6

Программа (скетч) для модуля ESP-01 разработана в среде Arduino IDE (URL: **https://www.arduino.cc**). Для работы с модулями ESP эту среду необходимо подготовить, как описано в [2]: обеспечить поддержку модулей с микроконтроллером ESP8266 (ESP8266 Community), выбрать Generic ESP8266 Module и задать COM-порт для связи компьютера с модулем.

Сервер ThingSpeak содержит несколько примеров реализации "поставщиков информации" на различных платформах (Arduino, Rasberry PI, ESP8266 и др.) За основу скетча DHT_to_Thing Speak.ino взят пример, демонстрирующий регистрацию мощности сигнала Wi-Fi. В разработанном скетче DHT_to_Thing Speak.ino использована библиотека для работы с датчиком DHT11 (URL: **https://github.com/adafruit/DHT-sensor-library**).

На интерфейсный разъём модуля ESP-01 (простейшего в семействе ESP) выведены цепи питания, в том числе сигнал его включения CH_PD, линии последовательного порта микроконтроллера UTXD и URXD и линии ввода-вывода общего назначения GPIO0, GPIO2 и GPIO16. В старших моделях модулей семейства ESP на разъём выведено значительно больше интерфейсных линий.

На плате модуля ESP-01 установлены два контрольных светодиода. Красный, расположенный ближе к краю платы, сигнализирует о наличии напряжения питания. Синий светодиод соединён с линией UTXD.

Датчик DHT11, подключаемый к разъёму XS2, обладает не очень высокими параметрами, но довольно интересен в плане использования в самодельных устройствах [3]. Он имеет простой интерфейс и алгоритм работы. Информация выдаётся 40-разрядной кодовой последовательностью по линии DATA [4]. Для нормальной работы эта линия соединена с плюсом питания резистором R1. Она также соединена с выводом GPIO2 микроконтроллера ESP8266EX модуля ESP-01, подключённого к разъёму XS1.

Питающее напряжение 3,7...5 В подают на разъём XP1 от зарядного устройства для сотового телефона или от

Алгоритм работы скетча следующий. После включения питания происходят настройка датчика DHT11, инициализация последовательного канала передачи информации и установка соединения с сетью Wi-Fi. В скетче должны быть указаны параметры используемой сети — константы ssid и password.

В основном цикле скетча loop() происходит периодическое считывание показаний датчика DHT11 — влажности и температуры (процедура gettemperature()). Для контроля считанная информация выводится в последовательный

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА
РАДИО®

порт микроконтроллера. Затем на сервер api.thingspeak.com посылается запрос, содержащий информацию для записи в поля field1 и field2 канала сервиса ThingSpeak, имеющий идентификатор, значение которого указано константой channelID (ей должно быть присвоено значение идентификатора канала, созданного для решаемой задачи). Для записи в канал в запросе будет использован уникальный API key, хранящийся в строковой переменной writeAPIKey. Затем будет выдержана пауза до следующего опроса датчика, длительность которой задана константой postingInterval.

Порядок работы с устройством следующий. Прежде всего, зарегистрируйтесь в сервисе ThingSpeak и создайте новый канал с двумя полями для накопления информации. Запомните или запишите на бумаге полученные Channel ID и API key для записи данных. Они потребуются для корректировки скетча.

Загрузите в Arduino IDE приложенный к статье скетч. Замените указанные в нём значения констант channelID и writeAPIKey своими. Укажите ssid и password своей сети Wi-Fi. Само-собой, Интернет должен быть доступен.

Скомпилируйте скетч и загрузите результат в модуль ESP-01. После этого установите модуль в устройство и подайте питание. Следите за синим светодиодом модуля. Он должен мигать с заданной в скетче периодичностью. Это означает, что информация выводится в последовательный порт.

Откройте в браузере созданный в ThingSpeak канал и наблюдайте переданную устройством информацию о температуре и влажности (**рис. 6**).

Сервис ThingSpeak предоставляет удобные средства для сбора, накопления и визуализации информации даже в бесплатной версии. Это позволяет довольно просто строить различные IoT-устройства. Даже описанный простой прибор может найти практическое применение в "умном доме".

ЛИТЕРАТУРА

1. ESP8266EX Datasheet. — URL: **https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf** (23.05.2018).

2. ESP8266. Работа в Arduino IDE. Часть 2 (лето 2016). — URL: **http://ucheba33.ru/?p=491** (23.05.2018).

3. **Пахомов А.** Комнатная метеостанция на Arduino Pro mini. — Радио, 2015, № 12, с. 43, 44.

4. Temperature and humidity module DHT11 Product Manual. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/185/DOC001185323.pdf** (23.05.2018).

5. Макетирование и программирование платы ESP-01 с помощью Arduino IDE. — URL: **http://radioprog.ru/post/213** (24.05.2018).

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/DHT2ThingSpeak.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Исследование модели УМЗЧ (цирклотрон на ОУ и транзисторах)

А. ПЕТРОВ, г. Могилёв, Белоруссия

В статье автор представляет результаты измерений ряда характеристик и параметров компьютерной модели транзисторного УМЗЧ А. Сырицо, неоднократного призёра конкурсов редакции "Радио", опубликовавшего различные версии транзисторного цирклотрона, в том числе и с применением операционных усилителей ("Радио", 1984, № 8, с. 35—37).

Компьютерное моделирование с помощью программы MicroCap9 позволяет провести в домашних условиях измерения параметров усилителей ЗЧ, для которых в 70—80-е годы во многих профессиональных исследовательских лабораториях не было такого измерительного оборудования.

В следующих номерах журнала мы познакомим читателей с подобной серией измерений на модели современной версии УМЗЧ цирклотрона, спроектированного автором этой статьи.

В 1951 г. был запатентован двухтактный ламповый усилитель [1], позднее получивший название цирклотрон (Circlotron) и иногда называемый "циклотроном". Нагрузка подключается между катодами выходных ламп. Позднее были запатентованы подобные решения с включением нагрузки не только между катодами, но и между анодами выходных ламп [2]. Цирклотроны на лампах по ряду причин не нашли широкого применения, также как и усилители мощности без выходного трансформатора. С некоторыми решениями можно ознакомиться в статье [3]. Позднее был запатентован цирклотрон с применением ОУ и биполярных транзисторов [4]. В отличие от этого патента, усилитель мощности [5] выполнен с несимметричным входом, как показано на схеме **рис. 1**.

Усилитель мощности состоит из двух парафазно работающих драйверов на ОУ: неинвертирующего на DA1 и инвертирующего на DA2. Оба драйвера управляют выходным каскадом на составных транзисторах (Дарлингтона) одинаковой структуры. Нагрузка включена между эмиттерами мощных транзисторов. Выходной каскад получает питание от двух изолированных источников напряжения, каждый из которых подключён плюсовой полярностью к коллектору одного из транзисторов ВК, а минусовый — к противоположному выводу нагрузки. Ток покоя, выбираемый в пределах 100...200 мА, выставляют подстроечным резистором R4.

Проанализируем параметры этого усилителя на модели с помощью программы *MicroCap9*. В модели УМЗЧ использованы полупроводниковые приборы — близкие аналоги отечественных изделий.

Диаграммы Боде для этого усилителя имеют вид, представленный на

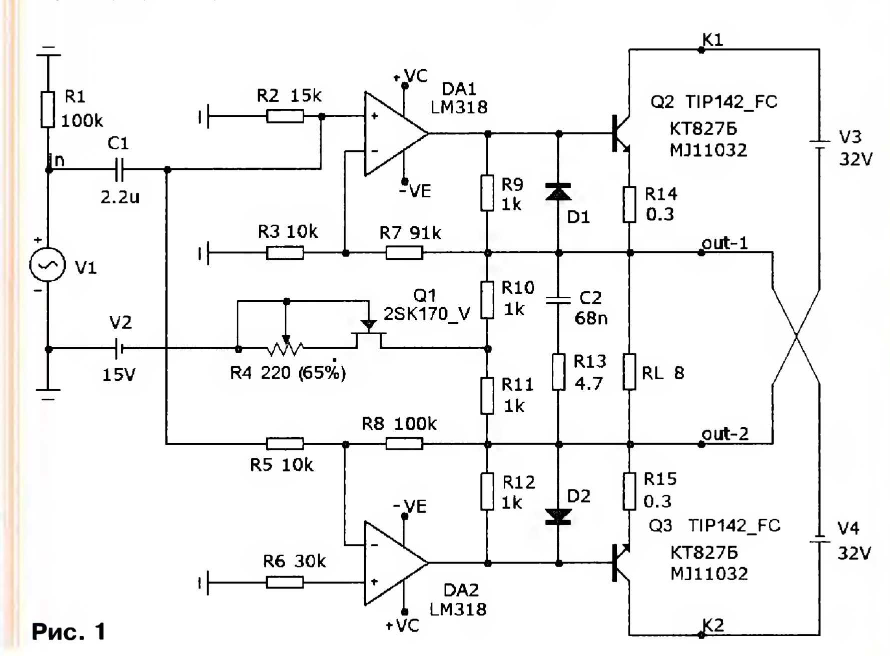


Рис. 1

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Рис. 2

рис. 2. Графики АЧХ и ФЧХ с разомкнутой (коричн.) и замкнутой (красн.) петлёй ООС. Частота первого полюса — 60 Гц, частота единичного усиления — 11 МГц. Максимальное усиление с разомкнутой петлёй ООС достигает 110 дБ.

Групповая задержка на частоте 20 кГц равна 180 нс (нижний график на рис. 2).

Петлевое усиление показано на графике **рис. 3**, из которого видно, что на частоте 20 кГц оно равно 33 дБ, а на частотах ниже 100 Гц — более 80 дБ. Усилитель имеет хорошие запасы как по фазе (79 град. на частоте единичного усиления), так и по амплитуде (21 дБ при повороте фазы на 180 град.).

Проверим усилитель на соответствие заявленным параметрам по коэф-

Рис. 3

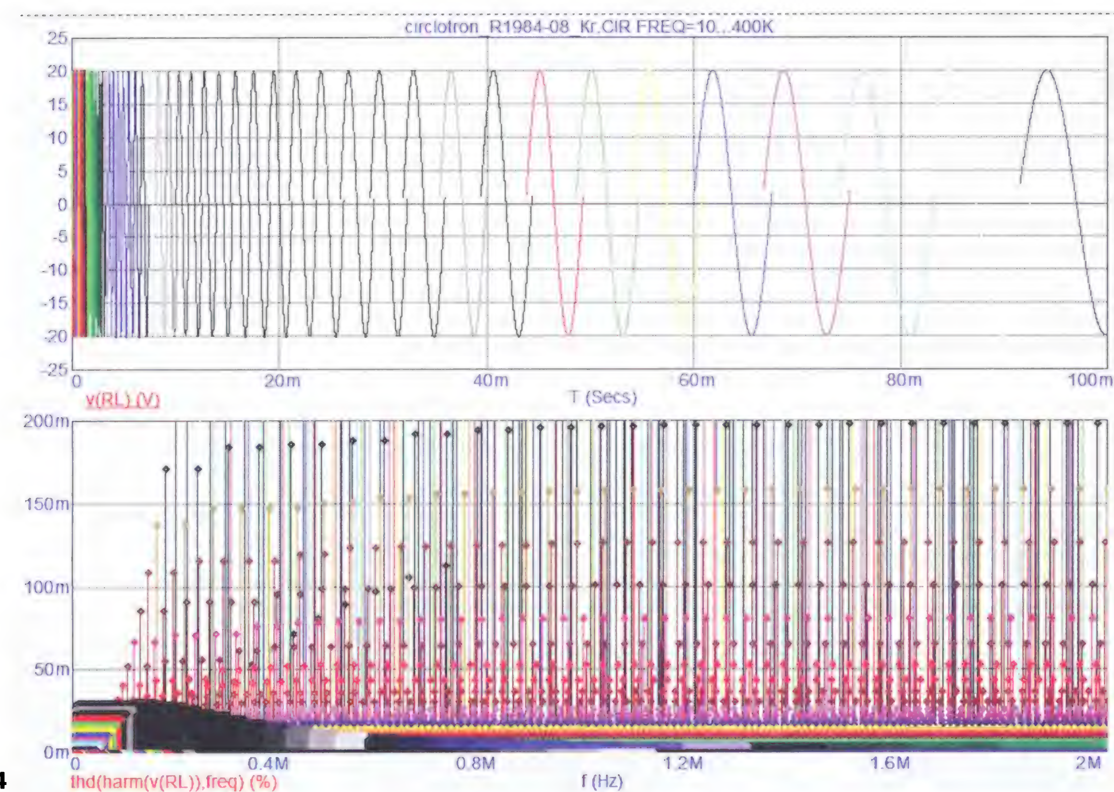


Рис. 4

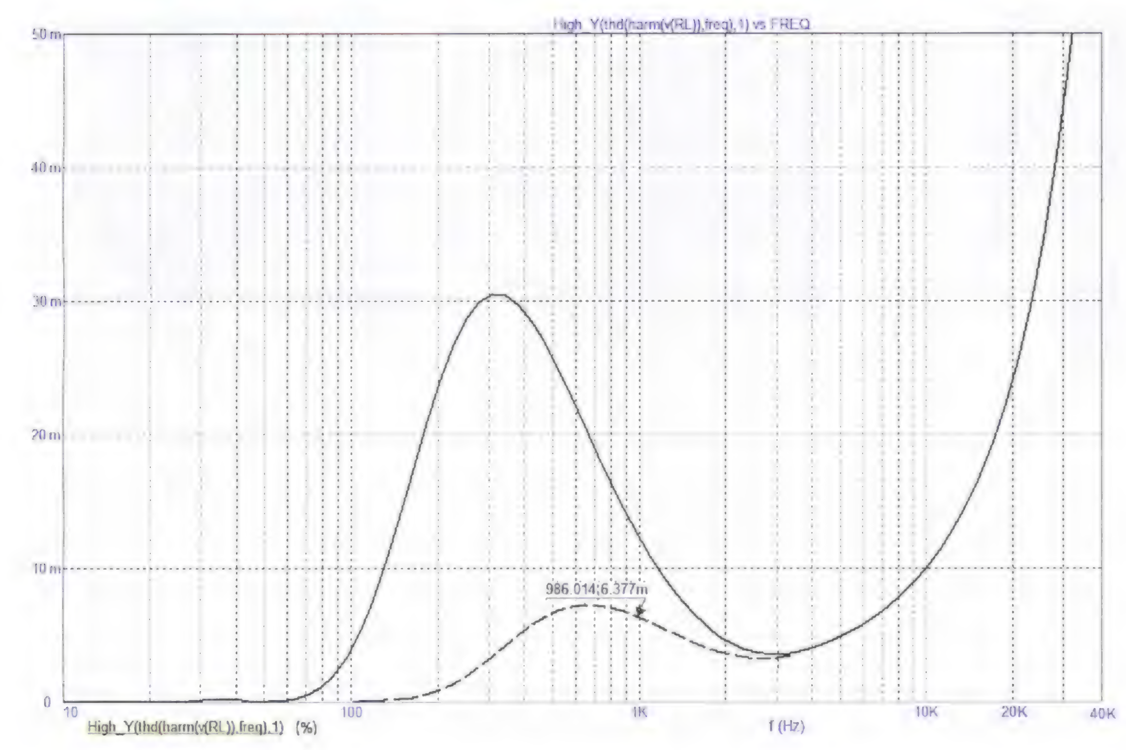


Рис. 5

фициенту гармонических искажений ($K_г$).

На **рис. 4** показаны результаты расчёта в виде графиков. На вход усилителя подаются сигналы, начиная с 400 кГц и заканчивая 10 Гц. Для выходного напряжения 20 $В_{пик}$ виден спектр продуктов искажений до 2 МГц. В хороших усилителях рост высших гармоник начинается выше частоты первого полюса АЧХ (без охвата ООС) и носит менее плотный характер. Зависимость параметра $K_г$ от частоты показана на **рис. 5**.

В установившемся режиме уровень $K_г$ во всей полосе звуковых частот не превышает заявленных автором 0,03 %.

Выше частоты 10 кГц имеет место резкий рост искажений. В области частот 100 Гц... 3 кГц проявляется увеличение искажений, связанное с недостаточной ёмкостью входного конденсатора, хотя при расчёте искажений на 20-м периоде этот подъём много меньше (штриховая линия).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Cecil.T. Hall.** Parallel Opposed Power Amplifier. Patent US2705265, June 7, 1951.

2. **Alpha M. Wiggins.** High Fidelity Audio Amplifier. Patent US2828369, March 1, 1954.

3. Even more Circlotron. — URL: **https://www.tubecad.com/2013/01/blog0254.htm** (23.05.18).

4. **James W. Bongirno**. Audio Amplifier. Patent US4229706, Jan. 5, 1979.

5. **Сырицо А.** Усилитель мощности на интегральных ОУ. — Радио, 1984, № 8, с. 35—37.

(Окончание следует)

Использование портов ввода-вывода GPIO микрокомпьютера Raspberry Pi

А. ШИТОВ, г. Амстердам, Нидерланды

В журнале "Радио" была опубликована статья об одноплатных микрокомпьютерах Raspberry Pi (Кутепов И. Микрокомпьютер Raspberry Pi. — Радио, 2014, № 1, с. 17—22). Автор предлагаемой вниманию читателей статьи рассказывает об устройстве портов ввода-вывода и о том, как их программировать для работы с внешними устройствами.

Со времени последней публикации в журнале модельный ряд Raspberry Pi заметно обновился. Сегодня доступны три версии устройств: Raspberry Pi, Raspberry Pi 2 и Raspberry Pi 3, каждая из которых представлена в нескольких вариантах с небольшими отличиями.

Внешний вид моделей первого, второго и третьего поколений показан на **рис. 1**—**рис. 3**.

Помимо основного ряда, выпускаются модели Raspberry Pi Zero и Raspberry Pi Zero W, а также три варианта платы Compute Module, — все они достойны отдельной статьи.

Основные параметры Raspberry Pi различных версий перечислены в **табл. 1** [1, 2]. Как видно из таблицы, новые модели существенно превосходят первые и по мощности ARM-процессора, и по числу USB-портов, и по возможностям беспроводного подключения к сети. Цена при этом практически не изменилась, поэтому имеет смысл приобретать последнюю доступную модель.

Произошли отличия и в числе портов ввода-вывода общего назначения GPIO (General Purpose Input-Output). В первых моделях основной разъём GPIO имел 26 выводов, а начиная с Raspberry Pi 2, микрокомпьютеры оснащены 40-контактным разъёмом. Разработчики постарались сделать эти разъёмы максимально совместимыми: а именно, 26 контактов моделей Raspberry Pi A и B совпадают по назначению с частью 40-выводного разъёма; совпадающие части выделены на **рис. 4**. Это не совсем так для моделей A и B первой ревизии — у них на месте GPIO 2 и GPIO 3 находятся



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

Таблица 1

Версия и модель Raspberry Pi	Дата выхода	Тип "системы на кристалле" (SoC)	Частота процессора, МГц	Число ядер	Объём ОЗУ, МБ	Число разъёмов USB	Наличие порта Ethernet	Наличие и тип Wi-Fi	Наличие и тип Bluetooth	Потребляемый ток от источника питания 5 В, мА	Тип карты памяти	Число выводов на разъёме GPIO
A	февраль 2013	BCM2835	700	1	256	1	нет	нет	нет	300	SD	26
A+	ноябрь 2014	BCM2835	700	1	512	1	нет	нет	нет	200	MicroSD	26
B	март 2012	BCM2835	700	1	512	2	есть	нет	нет	700	SD	26
B+	июнь 2014	BCM2835	700	1	512	4	есть	нет	нет	200—350	MicroSD	40
2 B	февраль 2015	BCM2836, BCM2837 (версия 1.2)	900	4	1024	4	есть	нет	нет	200—850	MicroSD	40
3 B	февраль 2016	BCM2837	1200	4	1024	4	есть	802.11n	2.0/4.1	300—1300	MicroSD	40
3 B+	март 2018	BCM2837B0	1400	4	1024	4	есть	802.11ac, 2.4 ГГц и 5 ГГц	2.0/4.1/4.2 LS BLE	450—1200	MicroSD	40

GPIO 0 и GPIO 1 — но, скорее всего, читатель не столкнётся с этими моделями Raspberry Pi.

В основе разных моделей лежат "системы на кристалле" (SoC) BCM2835, BCM2836 и BCM2837. Сами по себе они имеют 54 порта ввода-вывода, однако в Raspberry Pi используется только часть из них, причём на 40-контактном разъёме несколько выводов подключены к общему проводу либо к линиям питания +3,3 и +5 В, а на долю GPIO приходится лишь 28 контактов. Программным путём каждому выводу GPIO может быть назначено от двух до шести альтернативных функций (например, работа в последовательном интерфейсе).

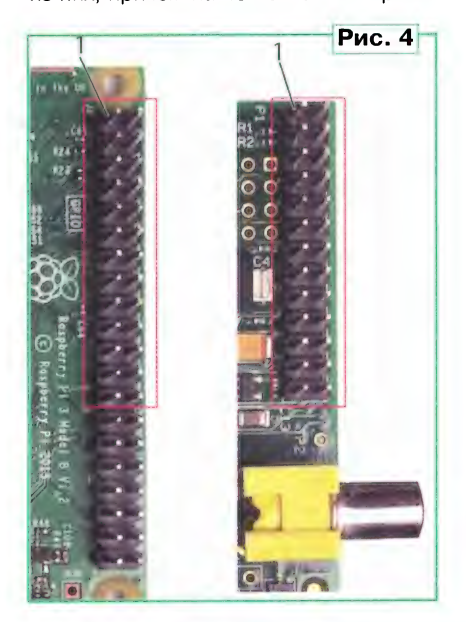


Рис. 4

Таблица 2

Основная функция	Номер контакта		Основная функция
+3,3 В	1	2	+5 В
GPIO 2	3	4	+5 В
GPIO 3	5	6	GND
GPIO 4	7	8	GPIO 14
GND	9	10	GPIO 15
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 27	13	14	GND
GPIO 22	15	16	GPIO 23
+3,3 В	17	18	GPIO 24
GPIO 10	19	20	GND
GPIO 9	21	22	GPIO 25
GPIO 11	23	24	GPIO 8
GND	25	26	GPIO 7
GPIO 0	27	28	GPIO 1
GPIO 5	29	30	GND
GPIO 6	31	32	GPIO 12
GPIO 13	33	34	GND
GPIO 19	35	36	GPIO 16
GPIO 26	37	38	GPIO 20
GND	39	40	GPIO 21

Назначение выводов GPIO 40-контактного разъёма показано в **табл. 2**. При работе с устройством следует иметь в виду, что номера GPIO, во-первых, не совпадают с номерами физических выводов, и, во-вторых, в 40-контактном варианте выведены все GPIO с 0-го по 27-й. В некоторых источниках вместо GPIO используют сокращение BCM (Broadcom Pin Number, по названию производителя процессора).

Внутреннее устройство

Рассмотрим упрощённую блок-схему [3] внутреннего устройства выводов GPIO (**рис. 5**). Состояние, направление работы и назначение выводов контролируются несколькими 32-разрядными внутренними регистрами, названия которых начинаются с букв GP. В зависимости от назначения, управляющие регистры работают в режимах чтения, записи или чтения и записи.

В этой статье мы рассмотрим работу GPIO только в режиме основной функции (двоичных входов и выходов). Управляющие узлы каждого контакта содержат две части — обслуживающие, соответственно, режимы вывода и ввода.

После включения питания выводы GPIO устанавливаются в режим чтения. Перевод в другие режимы происходит при записи соответствующих значений в регистры GPFSEL0—GPFSEL5 (GPIO Function Select registers).

Рис. 5

BCM2835/BCM2836/BCM2837
Альтернативные функции
GPPUD
+3,3 В
Регистр установки разрядов GPSET
Регистр обнуления разрядов GPCLR
Регистр состояния выхода
R1
&
Регистр выбора функций GPFSEL
GPIO N
Регистр контроля Pull up и Pull down GPPUDCLK
&
R2
Регистр входного уровня GPLEV
Детекторы уровня на входе GPHEN, GPLEN
Регистр событий GPEDS
Синхронные детекторы перепада GPREN, GPFEN
Асинхронные детекторы перепада GPAREN, GPAFEN

Регистры GPSET0, GPSET1 (GPIO Pin Output Set), GPCLR0 и GPCLR1 (GPIO Pin Output Clear) отвечают за установку и обнуление разрядов на выводах, работающих на выход. Поскольку в Rapsberry Pi используется только часть из доступных 54 выводов GPIO, мы ограничимся работой с регистрами GPSET0 и GPCLR0. Разряды этих регистров соответствуют первому банку GPIO с номерами от 0-го до 31-го, из которых доступны только первые 28. Вторая пара регистров — GPSET1 и GPCLR1 — ответственна за второй банк GPIO с 32-го по 54-й (старшие десять разрядов этих регистров не используются).

Узлы, ответственные за режим ввода, несколько сложнее. Во-первых, на вход можно подключить один из двух подтягивающих резисторов — за это отвечают регистры GPPUD (GPIO Pull up/Pull down), GPPUDCLK0 и GPPUDCLK1 (GPIO Pull up/Pull down Clock). Обратите внимание, что между выводами GPIO 2 и GPIO 3 и линией питания +3,3 В постоянно подключены подтягивающие резисторы сопротивлением 1,8 кОм. Значение в регистре GPPUD разрешает манипуляцию с одним из двух резисторов, соединённым либо с линией питания, либо с общим проводом. Единичные разряды в регистрах GPPUDCLKn выбирают соответствующие выводы GPIO. Здесь индекс n в названии регистра, как и в остальных случаях далее, принимает значения 0 или 1 — для работы с Raspberry Pi достаточно одного регистра GPPUDCLK0.

Получать информацию о состоянии GPIO, работающего в режиме ввода, можно несколькими способами. Самый простой — прочитать регистр GPLEVn (GPIO Pin Level). Разряды, которые соответствуют GPIO, находящимся в режиме ввода, будут содержать текущее значение на входе: младший разряд соответствует GPIO 0, второй разряд — GPIO 1 и т. д.

Ещё несколько регистров отвечают за менее тривиальные варианты считывания данных. Регистры событий GPEDSn (GPIO Event Detect Status) получают единичные значения, когда на входах GPIO происходит одно из событий, разрешённое разрядами в перечисленных ниже регистрах. Интересно, что событие будет оставаться активным до тех пор, пока вы самостоятельно не сбросите его, записав единицу в нужный разряд GPEDSn.

При установленных значениях разрядов в регистрах GPHENn (GPIO High Detect Enable) и GPLENn (GPIO Low Detect Enable) событие происходит при наличии высокого или низкого уровня на входе.

Регистры GPRENn (GPIO Rising Edge Detect Enable) и GPFENn (GPIO Falling Edge Detect Enable) переключают соответствующие разряды, когда на входе происходит перепад с нулевого уровня на единичный или наоборот. Эти события называют синхронными, поскольку они происходят только в том случае, если в течение трёх тактов системных часов зарегистрированы состояния 011 (перепад с 0 на 1) или 100 (перепад с 1 на 0).

Аналогичная пара регистров GPARENn и GPAFENn (A означает Asynchronous — асинхронные) создаёт событие сразу же без дополнительных проверок, что позволяет отслеживать более короткие импульсы на входе.

В том случае, когда для данного входа GPIO установлены разряды более чем в одном упомянутом выше регистре, событие в регистре GPEDSn регистрируется при наступлении любой из разрешённых ситуаций. Например, если записать значения 0x01 в регистры GPREN0 и GPFEN0, то событие для входа GPIO 0 будет регистрироваться и по фронту, и по спаду уровня на нём.

С-библиотека libbcm2835

Далее мы будем демонстрировать работу устройства, используя библиотеку libbcm2835 [4]. Она написана на языке С и может быть непосредственно использована в проектах на С и С++. Разумеется, можно работать с библиотеками на языках более высокого уровня, однако выбор низкоуровневого подхода даёт возможность продемонстрировать максимально эффективный способ работы с GPIO и показать его логику на уровне внутренних регистров.

Установка библиотеки libbcm2835 не вызывает сложностей (здесь и далее знак ↵, выделенный красным цветом, в конце строки обозначает перенос. Это сделано исключительно для удобства вёрстки статьи. Следующую строку следует набрать в предыдущей строке без знака ↵):

```
wget http://www.airspayce.com/↵
mikem/bcm2835/bcm2835-1.55.tar.gz
tar xzf bcm2835-1.55.tar.gz
cd bcm2835-1.55/
./configure
make
sudo make install
```

Далее приведены лишь ключевые фрагменты программ, полные исходные коды доступны в репозитории на GitHub [5].

Для компилирования и сборки программ необходимо подключить скомпилированную библиотеку, например, так:

```
$ g++ 2-level.cpp -l bcm2835
```

Прежде чем начать любые манипуляции, следует проинициализировать библиотеку и убедиться, что операция прошла успешно:

```
if (!bcm2835_init()) {
    return 1;
}
```

Режим вывода

Каждый вывод GPIO может работать как на вход, так и на выход. Рассмотрим сначала работу в режиме выхода — за него отвечают блоки в верхней части блок-схемы.

Регистры выбора режима GPFSELn доступны для прямой записи, однако в данном случае проще воспользоваться готовыми функциями библиотеки libbcm2835. В частности, для перевода контакта в режим вывода вызовите функцию bcm2835_gpio_fsel:

```
const int pin = 21;
bcm2835_gpio_fsel(pin, BCM2835↵
_GPIO_FSEL_OUTP);
```

В этом примере номер 21 соответствует выводу GPIO 21, подключённому к контакту 40 разъёма Raspberry Pi. Выбор этого контакта удобен тем, что он расположен рядом с контактом, соединённым с общим проводом — и удаётся подключить светодиод (последовательно с токоограничивающим резистором) небольшим разъёмом с двумя контактами (**рис. 6**) на краю рейки GPIO. Разумеется, вместо константы 21 может быть любое число, которое соответствует одному из доступных GPIO.

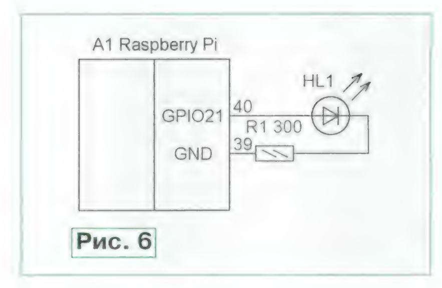


Рис. 6

Теперь посмотрим, как осуществлять вывод данных через порты GPIO. Самый простой и популярный способ — установить один из выходов в требуемое состояние. Этот способ был рассмотрен и в статье [6]. Приведём аналогичную программу для мигания светодиодом, но используя низкоуровневую библиотеку (полный код — в файле 1-blink.cpp [5]):

```
while(1) {
    bcm2835_gpio_write(pin, 1);
    bcm2835_delay(500);
    bcm2835_gpio_write(pin, 0);
    bcm2835_delay(500);
}
```

Вместо явной передачи устанавливаемого значения 1 или 0 можно воспользоваться парой функций bcm2835_gpio_set и bcm2835_gpio_clr (см. программу 4-beg-ogn.cpp). Этот способ прост, однако когда вы одновременно хотите изменить состояние нескольких выходов, вызывать несколько команд, меняющих уровень только одного выхода, неэффективно. Каждый такой вызов будет записывать новое значение в один и тот же управляющий регистр. Для решения задачи можно воспользоваться одним из двух вариантов.

Первый — вызов функции bcm2835_gpio_write_multi. Она принимает два параметра — битовую маску, которая выбирает выходы, в которых вы устанавливаете новые значения, и само новое значение — 1 или 0, например:

```
int mask = 1 << pin;
bcm2835_gpio_write_multi(mask, 1);
```

Полный код работающей программы, использующей этот подход, находится в файле 6-using-multi.cpp.

Второй вариант — произвести запись непосредственно в регистры управления состоянием GPIO. Здесь нужно иметь в виду, что для установки

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2018

на выходе высокого уровня записывают единицу в соответствующий разряд регистра GPSET0, а для установки низкого — единицы записывают в регистр GPCLR0. Обратите внимание, что для установки на выходе низкого уровня следует записать в разряды, соответствующие нужным GPIO, единицы (а не нули).

Для записи в регистры установки и сброса воспользуйтесь функцией bcm2835_peri_write. Операция потребует несложных вычислений, чтобы получить физический адрес регистра в памяти:

```
uint32_t* gpioBASE = bcm2835↵
_regbase(BCM2835_REGBASE_GPIO);
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPSET0 / 4, 1 << pin);
```

Подробные примеры — в файлах 5-blink-peri-write.cpp, 6-beg-ogn-peri-write.cpp и 7-blink-n.cpp.

Режим ввода

Теперь рассмотрим работу GPIO в режиме чтения. При этом возможно активировать один из внутренних подтягивающих резисторов. Это очень удобно при подключении кнопок на замыкание — в этом случае не потребуется дополнительный внешний резистор.

Простейший случай — кнопка или выключатель, подключённый непосредственно между одним из GPIO и общим проводом, как показано на **рис. 7**. Поскольку контакт замыкается на общий

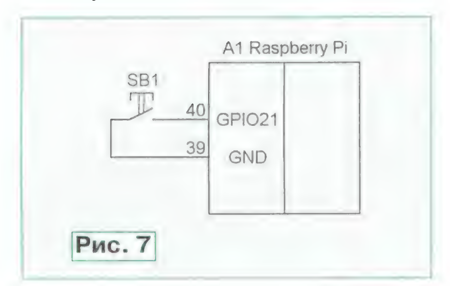


Рис. 7

провод, требуется подключить подтягивающий резистор к источнику питания:

```
bcm2835_gpio_fsel(pin, ↵
BCM2835_GPIO_FSEL_INPT);
bcm2835_gpio_set_pud(pin, ↵
BCM2835_GPIO_PUD_UP);
```

Далее читаем состояние входа (полная программа — в файле 2-level.cpp):

```
int lev = bcm2835_gpio_lev(pin);
```

Аналогично тому, как мы одновременно устанавливали несколько выходов GPIO, можно в одно действие получить состояние всех GPIO, переведённых в режим чтения. Всё, что нужно, — прочитать регистр GPLEV0:

```
uint32_t* gpioBASE = bcm2835↵
_regbase(BCM2835_REGBASE_GPIO);
uint32_t reg1 = bcm2835_peri_read↵
(gpioBASE + BCM2835_GPLEV0 / 4);
```

В переменной reg1 окажется 32-разрядное число, каждый разряд которого будет отражать текущее состояние соответствующего входа GPIO. Иллюстрация такого подхода — в программе 3-read-reg.cpp.

Анализ событий

Настало время обратиться к регистру событий GPEDS. Как было отмечено выше, этот регистр собирает информацию о событиях, разрешённых единичными разрядами в регистрах GPHEN, GPLEN, GPREN, GPFEN, GPAREN и GPAFEN. С программной точки зрения все они работают похоже. После регистрации и обработки события его необходимо очистить, записав единицу в нужный разряд GPEDS.

Во время экспериментирования не следует забывать о том, что ранее установленные значения в разрядах регистров могут генерировать нежелательные события. Поэтому при отладке включайте в программу подобную последовательность, чтобы обнулить все регистры:

```
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPHEN0 / 4, 0);
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPLEN0 / 4, 0);
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPREN0 / 4, 0);
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPFEN0 / 4, 0);
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPAREN0 / 4, 0);
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPAFEN0 / 4, 0);
```

Поведение, определённое регистрами GPREN и GPFEN, наиболее очевидно — событие фиксируется в момент фронта или спада входного сигнала.

Вернёмся к схеме на рис. 7 и подготовим регистрацию событий по спаду (т. е. при нажатии кнопки):

```
int pin = 21;
// . . .
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPFEN0 / 4, 1 << pin);
```

Как только кнопка будет нажата, в 21-м разряде регистра GPEDS будет записана единица:

```
int x = bcm2835_peri_read↵
(gpioBASE + BCM2835_GPEDS0 / 4);
```

Работа с событиями позволяет обнаружить нажатие на кнопку даже в том случае, если эта строка кода будет выполнена после отпускания кнопки. Как только мы вновь готовы к отслеживанию состояния кнопки, обнулим событие:

```
bcm2835_peri_write(gpioBASE + ↵
BCM2835_GPEDS0 / 4, 1 << pin);
```

Если в коде сделать замену и указать регистр GPFEN0, получится обработчик по спаду (он должен сработать при отпускании кнопки). Работающие примеры находятся в файлах 8-edge1.cpp и 9-timeout.cpp. После запуска программы выяснится, что событие возникает и при нажатии, и при отпускании кнопки независимо от выбора регистра. Разумеется, здесь дело в дребезге контактов, который легко исправить добавлением конденсатора параллельно кнопке — совместно с внутренним подтягивающим резистором он образует RC-фильтр (**рис. 8**). Дребезг контактов можно фильтровать и программно, выполняя два-три опроса состояния входа через 50...100 мс.

Регистры асинхронных событий GPAREN и GPAFEN работают аналогично только что рассмотренным GPREN и GPFEN, за тем исключением, что регистрируемые асинхронные события могут быть короче синхронных.

Посмотрим, что произойдёт, если задействовать регистры уровня GPHEN и GPLEN. В отличие от регистра GPLEV, который всегда показывает текущий уровень на входе, эти два регистра формируют события (то есть устанавливают единицы в разрядах GPEDS), если на входе присутствует высокий или низкий уровень. После этого событие остаётся зарегистрированным до тех пор, пока его не обнулят.

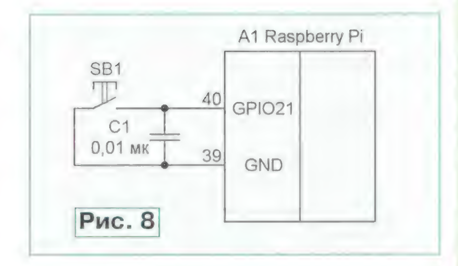


Рис. 8

В программе 9-timeout-by-lev.cpp показан пример обработки подобных событий. После нажатия на кнопку загорается светодиод, подключённый к выходу GPIO 14. Независимо от длительности нажатия на кнопку светодиод гаснет через одну секунду (одновременно с обнулением события). Однако если кнопка продолжает оставаться нажатой, светодиод погаснет, но тут же загорится, поскольку нажатая кнопка создаст новое событие. Благодаря программной задержке в 200 мс переключения светодиода заметны невооружённым глазом:

```
bcm2835_delay(200);
```

Все рассмотренные выше манипуляции с регистрами наглядны и унифицированы, однако можно воспользоваться и более специфичными функциями, которые предоставляет библиотека libbcm2835, например, bcm2835_gpio_eds_multi. Полный список доступен на странице [7].

Наконец, события, возникающие на входах GPIO, могут генерировать прерывания. Это полностью программная задача, решение которой зависит от установленной операционной системы. Один из примеров реализации прерывания можно найти в [8].

Сопряжение входов

Существенным недостатком портов GPIO Raspberry Pi (в отличие, например, от Arduino) является отсутствие какой-либо защиты на входах. Напряжение меньше 0 или больше 3,3 В, поданное на вход, мгновенно выводит этот GPIO из строя. Поэтому желательно поста-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

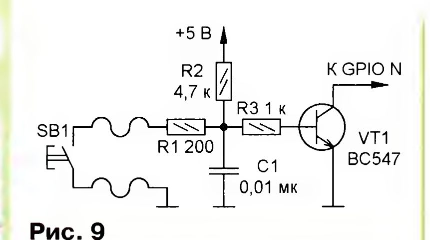


Рис. 9

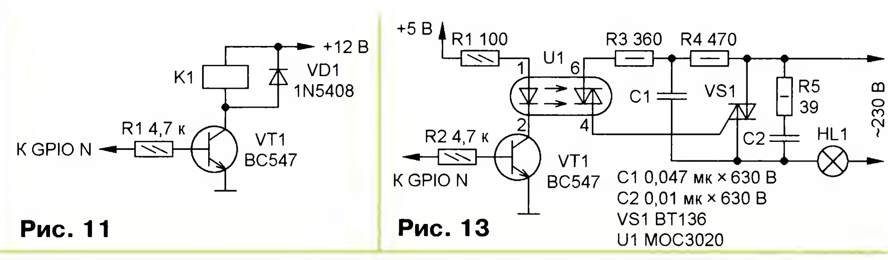


Рис. 11

Рис. 13

вить на вход простейший сопрягающий узел на одном транзисторе (**рис. 9**). Транзистор также поможет обеспечить низкое входное сопротивление, что

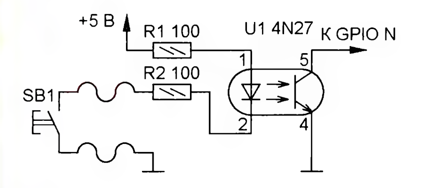


Рис. 10

благотворно сказывается при работе с длинными линиями, ведущими к датчику (кнопке, геркону или выключателю). Дополнительная RC-цепь на входе помогает отсекать импульсы, вызванные наводками в длинных проводах.

Напряжение питания +5 В допустимо взять либо непосредственно от источника питания, либо с контакта 2 или 4 GPIO.

Альтернативный вариант — применить оптрон (**рис. 10**). При необходимости цепи питания можно полностью развязать.

Сопряжение выходов

Выходы GPIO в обычном режиме находятся в одном из двух состояний — высокого или низкого уровня. Однако суммарный потребляемый ток со всех GPIO не должен превышать 50 мА. В простейших задачах достаточно подключить светодиод напря-

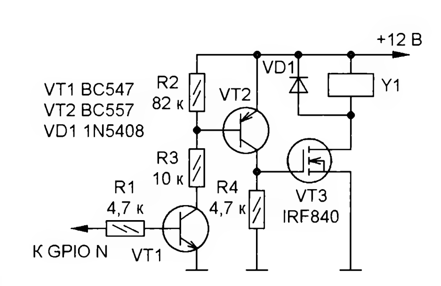


Рис. 12

мую к выводам (см. рис. 6), однако в большинстве практических задач желательно предусмотреть хотя бы простой усилитель на транзисторе (**рис. 11**), а для мощных нагрузок — ключ на мощном полевом транзисторе (**рис. 12**).

При подключении нагрузки к сети 230 В необходимо выполнить гальваническую развязку, например, с помощью тиристорного оптрона, как показано на **рис. 13**. Устройство, собранное по этой схеме, может работать с обычными лампами накаливания. Обратите внимание, что момент открывания симистора VS1 не синхронизирован с переходом сетевого напряжения через ноль, поэтому не рекомендуется использовать такой ключ со светодиодными лампами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Raspberry Pi. — URL: **https://ru.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi** (01.06.18).

2. Raspberry Pi Comparison Table. — URL: **https://www.modmypi.com/blog/raspberry-pi-comparison-table** (01.06.18).

3. BCM2835 ARM Peripherals. — URL: **https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/bcm2835/BCM2835-ARM-Peripherals.pdf**, с. 89 (01.06.18).

4. C library for Broadcom BCM 2835 as used in Raspberry Pi. — URL: **http://www.airspayce.com/mikem/bcm2835/index.html** (01.06.18).

5. Исходные коды к статье. — URL: **https://github.com/ash/gpio-play** (01.06.18).

6. **Кутепов И.** Микрокомпьютер Raspberry Pi. — Радио, 2014, № 1, с. 17—22.

7. GPIO register access. — URL: **http://www.airspayce.com/mikem/bcm2835/group__gpio.html** (01.06.18).

8. Raspberry Pi And The IoT In C — Input And Interrupts. — URL: **https://www.iot-programmer.com/index.php/books/22-raspberry-pi-and-the-iot-in-c/chapters-raspberry-pi-and-the-iot-in-c/55-raspberry-pi-and-the-iot-in-c-input-and-interrupts?showall=&start=3** (01.06.18).

Прибор для восстановления аккумуляторов MH MINI-360

Н. ОСНИЦКИЙ, г. С.-Петербург

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2018, № 6

Работа с прибором

1. Установите в контактное устройство аккумуляторы, соблюдая полярность. Располагать их нужно подряд без пропусков, начиная с G1. Аккумуляторы могут быть любыми, но обязательно однотипными. Их номинальное напряжение (в заряженном состоянии) должно находиться в интервале 1,2...12 В, а необходимый ток зарядки лежать в интервале 0,07...2,5 А. Не стоит подключать заведомо плохие аккумуляторы вместе с хорошими, поскольку "плохие" в этом случае останутся недозаряженными.

2. Включите питание прибора (18 В, 3 А) и наберите число установленных аккумуляторов на DIP-переключателе SA4. Его задают двоичным кодом, начиная с 0 (все пары контактов выключателя разомкнуты), что означает работу с одним аккумулятором. Код 1 (замкнута только верхняя по схеме пара контактов) означает работу с двумя аккумуляторами, код 2 (замкнута только вторая сверху пара контактов) — с тремя и т. д. Самая нижняя группа контактов не используется.

DIP-переключателем SA3 задайте код ближайшего к номинальному напряжению установленных аккумуляторов значения из ряда: 0 — 1,2 В; 1 — 3,6 В; 2 — 6,3 В; 3 — 9 В; 4 — 12 В. При значительном отличии от фактического набранное значение придётся подгонять нажатиями на кнопки SB4 (в большую сторону) и SB5 (в меньшую сторону).

3. Переведите переключатель SA2 в положение У1. Нажатиями на кнопку SB1 выберите нужный режим. Он будет отображён в верхней строке ЖКИ надписями "M=Razr" (разрядка), "M=Zar" (зарядка) или "M=Cikl" (циклический).

Число повторений цикла установите нажатиями на кнопку SB4. Все кнопки следует нажимать и удерживать не менее 2 с, что обусловлено программной процедурой защиты от дребезга их контактов. Проверьте, правильно ли указано в нижней строке ЖКИ число установленных аккумуляторов. Дождитесь индикации их всех светодиодами HL3—HL10, цвет свечения которых в данном случае значения не имеет. Это займёт не более 10 с.

4. При переключателе SA2 в положении У1 можно установить максимальное напряжение, которое может быть подано на заряжаемый аккумулятор. Для этого переменные резисторы установки зарядного и разрядного тока поверните в положения их минимальных значений. Переменным резистором R12 установите нужное напряжение, контролируя его по вольтметру P1. Обычно достаточно установить его на 20 % больше напряжения полностью заряженного аккумулятора.

5. В том же положении переключателя установите ток предварительной разрядки аккумуляторов переменными резисторами R10 и R12, контролируя его по амперметру P1. В идеале с показаниями амперметра должно совпадать и значение тока, выведенное на ЖКИ (**рис. 9**). Но последнее используется только для подсчёта электрического заряда отданного аккумулятором или сообщённого ему. Его погрешность влияет только на точность вычисления этих величин.

```
M=Cikl zCikl=1
Ir=0,31 A3 00___
```

Рис. 9

В положении У1 переключателя SA2 можно очистить EEPROM микроконтроллера модуля Arduino Nano от предыдущих записей, если они более не нужны. Для этого достаточно нажать на кнопку SB6.

6. Переведите переключатель SA2 в положение У2. При таком его положении, кроме установки тока зарядки переменными резисторами R11 и R14, можно просмотреть и откорректировать заданные параметры. Для их просмотра нажимайте на кнопку SB2, при этом в правой части верхней строки индикатора сменяются названия и значения следующих параметров:

Up_m — напряжение прекращения разрядки, В;

Uз_макс — напряжение прекращения зарядки, В;

ta — температура аккумулятора, °C;

tc — температура теплоотвода источника тока зарядки, °C;

Tр_макс — предельная длительность разрядки;

Tз_макс — предельная длительность зарядки.

Последние два параметра выражаются в целых часах и сотых долях часа. Чтобы увеличить значение выведенного на ЖКИ параметра, нажмите на кнопку SB4, а чтобы уменьшить, нажмите на кнопку SB5.

7. Переведите переключатель SA2 в положение "Работа". Проверьте текущие значения напряжения аккумуляторов U_a в левой части нижней строки ЖКИ и на вольтметре P1. Их округлённые до десятых долей вольта значения должны совпадать. Иначе потребуется откалибровать по образцовому вольтметру как вольтметр PA1, так и измеритель напряжения, реализованный программно в модуле Arduino Nano. При напряжении менее 5 В последнее можно сделать, введя в программу поправочный коэффициент, а при большем напряжении — подстроечным резистором R30. Нажимая на кнопку SB3, можно просмотреть и другие текущие параметры:

Ia — ток аккумулятора, А;

Is — усреднённый за четыре измерения ток аккумулятора, А;

TR — время, прошедшее с начала разрядки, ч;

TZ — время, прошедшее с начала зарядки, ч;

ER — электрический заряд, отданный при разрядке;

EZ — электрический заряд, полученный при зарядке;

ta — температура аккумулятора, °C;

tc — температура теплоотвода источника тока, °C;

Cikl — номер текущего цикла.

В левом верхнем углу экрана ЖКИ (**рис. 10**) будет указан режим: R — разрядка, Z — зарядка, C — цикл, а далее после буквы A — условное номинальное напряжение аккумулятора. В верхнем правом углу экрана можно так же, как и в п. 6, просмотреть заданные параметры и при необходимости изменить их. В правом нижнем углу выведено состояние реле: знак подчёркивания — реле выключено, знаки p, a, m — реле (соответственно K9, K10, K11) включены. Слева от зоны индикации состояния реле выведен номер стадии циклического режима работы.

```
CA1,2  Ur_m=1.00
2Ua=1.34    10___
```

Рис. 10

Чтобы передать информацию, накопленную в EEPROM в предыдущем сеансе работы, в компьютер, нужно соединить разъём USB модуля Arduino Nano с разъёмом USB компьютера. На компьютере запустите программу приёма информации, например, "Монитор последовательного порта" Arduino IDE или программу accum7-3, которая будет описана ниже. Укажите ей номер виртуального COM-порта, организованного операционной системой компьютера для соединения с модулем Arduino Nano.

При использовании "Монитора последовательного порта" соединение будет установлено после нажатия на кнопку SB1, затем информация из EEPROM, аналогичная показанной в **табл. 4**, появится на экране компьютера. Здесь A_eeR (или A_eeZ) — адрес первой из четырёх ячеек, хранящих параметр, а EE — значение этого параметра.

8. После нажатия на кнопку SB6 устройство начинает выполнять заданный процесс: разрядку, зарядку или цикл. Далее участие пользователя не обязательно. Цикл начинается с двух процессов разрядки, следующих с паузой 10 мин. Первый из них прекращается по достижении заданного минимального напряжения. Второй прекращается при напряжении на 5 % меньше заданного.

Затем снова выдерживается пауза, за которой следуют два процесса зарядки с паузой между ними. Первый процесс зарядки прекращается по достижении заданного максимального напряжения, второй — при напряжении, большем заданного на 5 %. После этого следуют пауза и выход из цикла.

В паузах в правой части верхней строки ЖКИ выводится время в минутах, оставшееся до завершения процесса. Но он, как правило, завершается раньше по достижении заданного предельного напряжения.

Не прерывая текущего процесса, можно изменить заданные значения параметров, нажав на кнопку SB2. Текущие значения просматривают, нажимая на кнопку SB3. В цикле имеется возможность досрочно завершить текущий процесс и перейти к следующему. Для этого достаточно нажать на кнопку SB6.

Таблица 4

```
A_eeR=0   EE= 1.31
A_eeR=4   EE= 0.00
A_eeR=8   EE= 0.31
A_eeR=12   EE= 0.00
A_eeR=16   EE= 1.30
A_eeR=20   EE= 0.00
A_eeR=24   EE= 0.30
A_eeR=28   EE= 0.00
A_eeR=32   EE= 1.35
A_eeR=36   EE= 0.00
...
```

С помощью описанного устройства мне удалось увеличить ёмкость большинства бывших в употреблении аккумуляторов.

В заключение — о работе с компьютерной программой akkum7-3. Я разработал её для отображения на экране компьютера в наглядном виде параметров, передаваемых по интерфейсу USB устройством восстановления аккумуляторов.

Программа разработана в среде LabView 8.0 под управлением ОС Windows XP, с другими ОС она не проверена. Для работы этой программы на компьютере должна быть установлена библиотека lv80runtime.msi. Переключателем SA4 прибора следует задать число аккумуляторов, с которыми он работал в сеансе, когда производилась запись. Иначе информация на экране компьютера будет искажена.

Далее необходимо сделать следующее:

— соединить USB-разъёмы Arduino Nano и компьютера стандартным USB-кабелем;

— запустить на компьютере исполняемый файл akkum7-3.exe. Если библиотека lv80runtime.msi установлена правильно, запуск должен произойти без проблем;

— установить в окне "COM-порт" программы akkum7-3 номер виртуального COM-порта, созданного операционной системой компьютера для связи с прибором. Обычно этот номер последний в выпадающем списке COM-портов;

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

— нажать в меню программы на экранную кнопку ⇨. Меню исчезнет, на экране останется только сводная таблица параметров аккумуляторов, пока не заполненная;

— перевести переключатель SA2 прибора в положение У1 и подождать несколько секунд;

— перевести переключатель SA2 в положение Р и нажать на кнопку SB1. Таблица на экране компьютерного монитора должна заполниться значениями параметров аккумуляторов (**рис. 11**);

— нажать на экранную кнопку STOP в левом нижнем углу таблицы программы. В верхней части окна программы появится строка меню.

Для очистки таблицы выберите в меню пункт Edit→Reinitialize Values to Default.

Разрядка	Акк1	Акк2	Акк3	Акк4	Акк5	Акк6	Акк7	Акк8
Uраз, в	1.27	1.35	1.34	0.00	0.00	0.00	0.00	
Вр, час	0.10	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
Iраз, а	0.22	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ёмк, ач	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
Зарядка								
Uзар, в	1.41	0.63	0.63	0.00	0.00	0.00		COM-порт: COM8
Вр, час	0.49	0.49	0.49	0.00	0.00	0.00		
Iзар, а	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		Число акк: 3
Ёмк, ач	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		STOP

Рис. 11

От редакции. Скетч для модуля Arduino Nano и исполняемый файл программы akkum7-3.exe со всеми нужными для их работы библиотеками и другими файлами имеются по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/akkum.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

ОБМЕН ОПЫТОМ

Ремонт сетевого выключателя

И. ПОДУШКИН, г. Москва

Многие настольные лампы и другие светильники с питанием от сети 230 В снабжены сетевым выключателем, смонтированным на шнуре питания. В настольной лампе был установлен такой выключатель торговой марки Universal (**рис. 1**). Через некоторое время настольная лампа перестала включаться. Пришлось заняться диагностикой, а затем ремонтом этого выключателя.

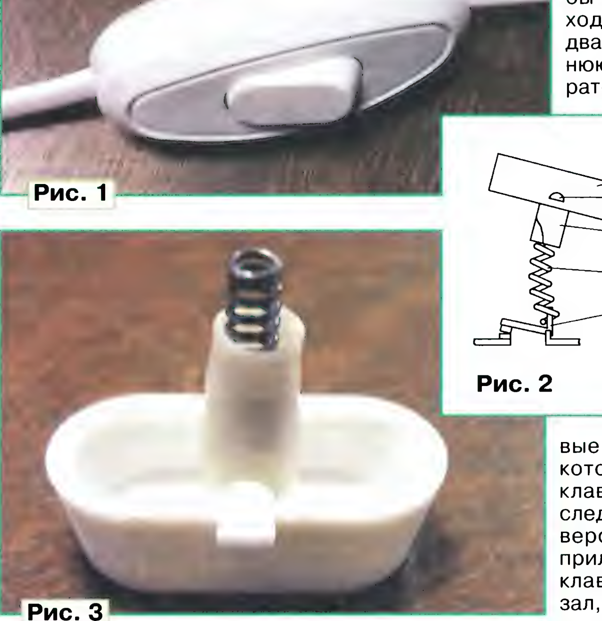


Рис. 1

Рис. 3

Конструкцию выключателя поясняет **рис. 2**. Чтобы его разобрать, необходимо снизу вывинтить два самореза и снять верхнюю крышку. Затем, аккуратно отогнув пластмассовые ушки, в отверстиях которых поворачивается клавиша выключателя 1, следует освободить из отверстий пластмассовые приливы 2 и извлечь саму клавишу 1. Осмотр показал, что клавиша имеет тонкостенный пластмассовый стакан 3, в который вставлена стальная пружина 4. Один конец этой пружины упирается в основание стакана, во второй конец вставлен хвостовик подвижного контакта 5. При нажатии на клавишу она поворачивается, пружина изгибается в одну или другую сторону и воздействует на подвижный контакт, который либо замыкается (в одном положении клавиши), либо размыкается (в другом положении). Когда пружина изгибается, замыкая контакты, её конец, вставленный в пластмассовый стакан, воздействует на тонкую боковую стенку. Этого усилия достаточно, чтобы стенка треснула или даже откололась (на рис. 2 показана трещина на стенке стакана).

1
2
3
4
5

Рис. 2

В случае подобной неисправности следует паяльником аккуратно заплавить трещину или прикрепить отколовшийся кусочек стенки. Затем на пластмассовый стакан надевают отрезок поливинилхлоридной трубки подходящего диаметра так, чтобы он надевался с некоторым усилием (**рис. 3**). Можно также использовать отрезок термоусаживаемой трубки. После такого несложного ремонта выключатель восстанавливает свои функции.

Усовершенствование USB-электропаяльника

А. ДЫМОВ, г. Оренбург

Как-то, просматривая сайт AliExpress, автор обратил внимание на миниатюрные USB-паяльники ZD-20U-9 мощностью 8 Вт и для пробы заказал две штуки. Лёгкость, компактность, быстрое нагревание были, несомненно, предпосылками для их интенсивного применения. Но вот принцип управления нагреванием свёл на нет все достоинства. В Интернете было найдено немало обсуждений этой проблемы на форумах и несколько предложений по её устранению. Изучив все предложения, автор решил пойти своим, вполне, как он считает, логичным путём, заменив установленную в паяльнике микросхему-таймер микроконтроллером.

Во-первых, я поставил перед собой задачу обойтись минимумом механических доработок, чтобы можно было использовать "родную" печатную плату паяльника. Во-вторых, сразу же отказался от управления нагреванием по принципу включено—выключено.

Рассчитанный на низкое (5 В) напряжение питания паяльник потребляет большой ток, что приводит к значительному падению напряжения на подводящих его проводах, не говоря о том, что питание такого паяльника через миниатюрный аудиоразъём явно не оправдано. Но нужно признать, что этот разъём создаёт и некоторые эксплуатационные удобства, поэтому я решил его оставить.

Для управления нагревателем в доработанном паяльнике применён микроконтроллер. Он генерирует импульсы, следующие с постоянной частотой 1 кГц, но имеющие переменную длительность (ШИМ). Нажатиями на введённую при доработке в паяльник кнопку управления можно задавать четыре фиксированных уровня мощности нагревания шагами по 0,25 максимальной.

Микроконтроллер тактирован от внутреннего RC-генератора частотой 8 МГц, которая поделена на восемь. Текущий уровень мощности отображается скважностью мигания светодиода с частотой 0,5 Гц. В паяльнике сохранён вибродатчик, что позволяет в паузах пользования паяльником автоматически снижать мощность нагрева до минимума, а при первом же перемещении паяльника форсировано возвращаться к установленному режиму.

Исходная принципиальная схема паяльника изображена на **рис. 1**. Она была составлена в результате изучения его печатной платы. Имевшиеся на плате обозначения компонентов на этой схеме сохранены. Они будут полезны в дальнейшем при описании доработки платы. Нужно сказать, что в некоторых источниках диод D1 изображён на схеме как стабилитрон с напряжением стабилизации 5,1 В. Однако в моих экземплярах паяльника были установлены, как показала проверка, обычные диоды.

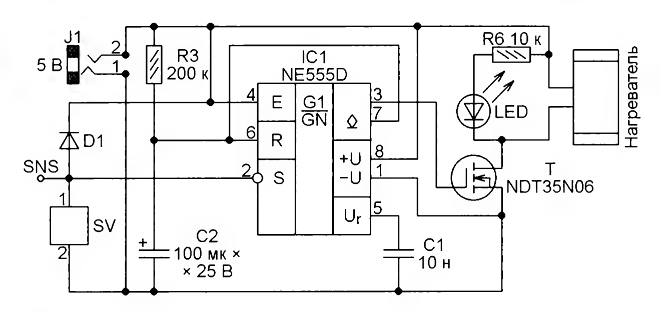


Рис. 1

Новая схема паяльника показана на **рис. 2**. Позиционные обозначения компонентов на ней стандартные и не совпадают, как правило, с обозначениями на рис. 1.

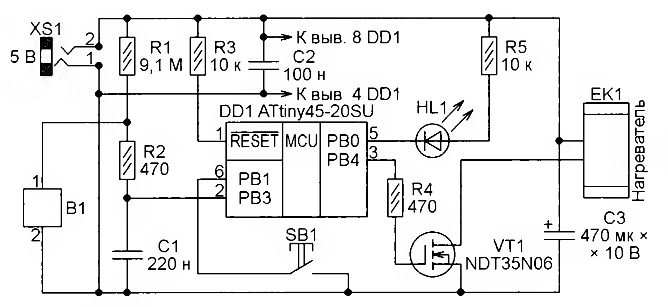


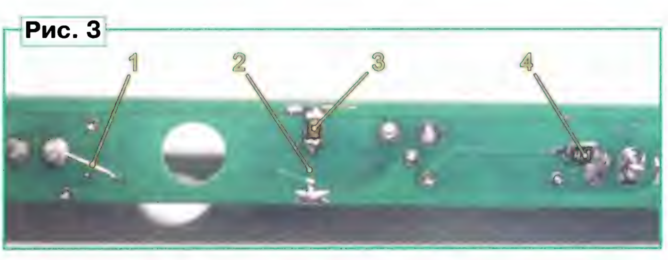
Рис. 2

Для переделки паяльника необходимо его разобрать. Для этого выверните три винта-самореза и снимите с передней части ручки жёлтое кольцо. Извлеките из корпуса печатную плату вместе с нагревателем и отпаяйте от неё идущие к нагревателю провода. Далее необходимо извлечь шарик-сенсор SNS из канала корпуса и отпаять от платы провод с пружиной, прижимавшей шарик.

Демонтируйте с платы компоненты, обозначенные на схеме рис. 1 C1, C2, D1, IC1 и R3. После этого следует удалить с неё ненужные соединения и создать недостающие. Для удобства выполнения этой работы рекомендуется временно выпаять из платы светодиод LED.

Разорвите соединение контактной площадки, предназначенной для катода светодиода, и печатного проводника, соединяющего сток полевого транзистора с нагревателем. После этого можно впаять светодиод обратно, соблюдая полярность. Соедините проволочной перемычкой вывод катода светодиода с выводом 5 микросхемы DD1. Для этого в центре контактной площадки удалённого конденсатора C1, соединённой тонким печатным проводником с контактной площадкой для вывода 5 микросхемы, надо просверлить отверстие диаметром 0,6 мм. Вставьте в это отверстие и припаяйте к контактной площадке отрезок лужёного провода и соедините его на обратной стороне платы с выводом катода светодиода, как показано на **рис. 3** (1).

Рис. 3



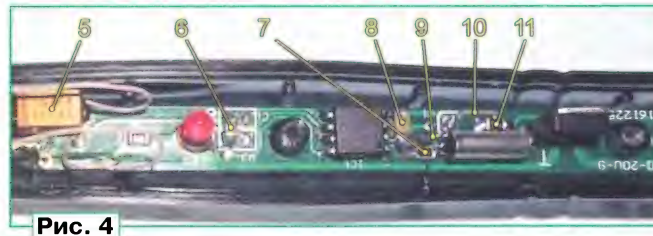


Рис. 4

Приведите в порядок печатные проводники, которые были связаны с удалённой микросхемой IC1, на её место в дальнейшем будет установлен микроконтроллер DD1 ATtiny45-20SU. Выводы 6 и 7 микросхемы имеют общую контактную площадку, которую следует аккуратно разделить на две. Контактная площадка вывода 1 через переходное от-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

верстие под микросхемой была соединена с общим проводом на обратной стороне платы. Разорвите это соединение, разрезав и удалив печатный проводник, как показано на рис. 3 (2).

Удалите проводник, соединяющий контактную площадку вывода 4 с цепью +5 В, и соедините её с общим проводом. Для этого перережьте и удалите печатный проводник между контактной площадкой для катода удалённого диода D1 и переходным отверстием, как показано на **рис. 4** (10). Затем установите проволочную перемычку (9) между контактной площадкой для катода диода D1 и выводом вибродатчика SV, соединённым с общим проводом.

Монтаж новых деталей можно начать с микроконтроллера DD1. Размер корпуса микроконтроллера немного больше, чем у удалённого таймера, поэтому выводы микроконтроллера могут немного выйти за границы контактных площадок. Слегка подогните эти выводы в сторону корпуса микроконтроллера, чтобы они вошли в границы площадок. Припаяйте их к площадкам, предварительно убедившись в правильной ориентации вывода 1, обозначенного на корпусе микросхемы точкой.

Припаяйте плюсовой вывод конденсатора C3 (5) к контактной площадке нагревателя, а его минусовой вывод — к контактной площадке минусового вывода удалённого конденсатора C2. Новый конденсатор C2 (6) припаяйте между контактными площадками удалённых конденсатора C1 и резистора R3, соединёнными соответственно с общим проводом и цепью +5 В.

Зачистив от лака печатные проводники около выводов 2 и 4 микроконтроллера DD1, залудите их зачищенные участки и припаяйте между ними конденсатор C1 (8). Удалите печатный проводник между контактными площадками для вибродатчика и удалённого провода с пружиной. Между ними припаяйте резистор R2 (11). Резистор R1 (3) установите между контактной площадкой для анода удалённого диода и переходным отверстием.

На верхней стороне платы зачистите от лака и залудите печатный проводник цепи +5 В напротив переходного отверстия, соединённого с выводом 1 микроконтроллера, и впаяйте между ними резистор R3 (7). На нижней стороне удалите часть печатного проводника около вывода затвора транзистора VT1, зачистите места разрезов от лака и залудите их, затем впаяйте резистор R4 (4). Кнопку SB1 соедините проводами с контактными площадками для удалённого конденсатора C2.

Нагреватель пока соединять с платой не следует. Вместо него на время проверки устройства припаяйте резистор сопротивлением 1 кОм любой мощности.

Все вновь устанавливаемые резисторы — типоразмера 0805 для поверхностного монтажа. Конденсатор C1 — типоразмера 1206, C2 — типоразмера 0805, оксидный конденсатор C3 — в корпусе типоразмера D. Кнопка SB1 — SWT с длиной толкателя не менее 9 мм.

Следующий этап — программирование микроконтроллера. Если имеется подходящий программатор, то сделать это можно до установки микроконтроллера на печатную плату. Если программатора для микроконтроллера в корпусе SOIC-8 нет, придётся присоединить разъём для программатора тонкими проводами непосредственно к выводам микроконтроллера, уже установленного на плату. Схема подключения показана на **рис. 5**. Тип разъёма XP1 — PLD-6.

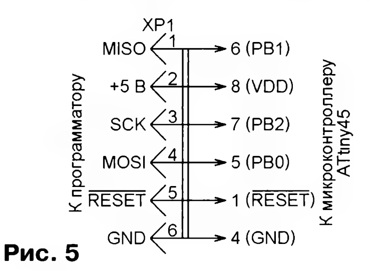


Рис. 5

Необходимо выбрать способ питания микроконтроллера во время программирования. Можно питать его от программатора через разъём XP1, если программатор это позволяет. А можно, не соединяя контакт 2 разъёма XP1 с выводом 8 микроконтроллера, запитать последний через кабель питания паяльника.

Прежде всего, необходимо запрограммировать конфигурацию микроконтроллера в соответствии с **таблицей**. Далее коды из файла ZD_20U_9.hex загрузите в программную память микроконтроллера. Его EEPROM в рассматриваемом устройстве не используется, и её программировать не нужно. Если загрузка кодов прошла без проблем, провода программирования можно отпаять от микроконтроллера, предварительно выключив питание.

Разряд	Знач.	Разряд	Знач.
SELFPRGEN	1	CKDIV8	0
RSTDISBL	1	CKOUT	1
DWEN	1	SUT1	0
SPIEN	0	SUT0	0
WDTON	1	CKSEL3	0
EESAVE	1	CKSEL2	0
BODLEVEL2	1	CKSEL1	1
BODLEVEL1	0	CKSEL0	0
BODLEVEL0	1		

0 — запрограммировано;
1 — не запрограммировано.

Теперь подключите к временно припаянному вместо нагревателя резистору осциллограф, причём "холодный" входной провод осциллографа рекомендую подключить к выводу резистора, соединённому со стоком транзистора VT1. Если нет осциллографа, вместо него можно использовать мультиметр в режиме измерения постоянного напряжения на пределе не менее 5 В.

Соедините разъём XS1 паяльника с USB-разъёмом компьютера (пока нагреватель не подключён, потребляемый ток будет оставаться в допустимых для компьютера пределах) или с пятивольтным сетевым адаптером с выходным USB-разъёмом. В течение 15 с после этого осциллограф или мультиметр будет показывать полное напряжение питания. Оно требуется, чтобы форсировано разогреть нагреватель до рабочей температуры. При этом светодиод светит непрерывно.

Далее устройство перейдёт в режим половинной мощности. Светодиод станет мигать (вспышки и паузы по 1 с). На экране осциллографа будут видны прямоугольные импульсы с коэффициентом заполнения 0,5, следующие с частотой 1 кГц. Мультиметр покажет половину напряжения питания.

Приблизительно через 30 с устройство должно автоматически перейти в режим минимальной мощности (четверть максимальной). Светодиод станет вспыхивать каждые 2 с на 0,2 с. На экране осциллографа появятся импульсы с коэффициентом заполнения 0,25, следующие с частотой 1 кГц, а мультиметр покажет четверть напряжения питания. Если печатную плату встряхнуть, на заменяющем нагреватель резисторе на короткое время должно появиться полное напряжение форсированного разогрева, затем устройство перейдёт в режим половинной мощности.

Если однократно нажать на кнопку SB1, включится форсированный разогрев, затем будет установлен режим трёх четвертей максимальной мощности. Светодиод будет светиться с повторяющимися через каждые 2 с паузами длительностью около 0,2 с. Коэффициент заполнения импульсов на экране осциллографа будет 0,75, а мультиметр покажет три четверти напряжения питания.

Нажатиями на кнопку SB1 проверьте переключение устройства на минимальную мощность из всех режимов. Здесь нужно отметить, что после автоматического перехода в режим минимальной мощности кнопка SB1 перестанет действовать. Необходимо выйти из него встряхиванием печатной платы и только потом переключиться на нужный режим.

На этом проверку можно завершить и отпаять от платы резистор, заменявший нагреватель. Провод от корпуса нагревателя рекомендуется припаять к плюсовому выводу конденсатора C3. Провод, идущий от изолированного от корпуса вывода нагревателя, припаяйте к контактной площадке, соединённой со стоком транзистора VT1.

Из корпуса удалите полностью штырь, на который была надета прижимавшая шарик пружина. Установите плату и кнопку SB1 в нижней половине корпуса. В его верхней половине несколько укоротите канал, в котором находился шарик. Теперь через него будет выходить наружу толкатель кнопки. Канал укоротите кусачками так, чтобы между половинами корпуса не было зазора, но кнопка прочно держалась в канале. Завинтите саморезы и установите кольцо на своё место.

Для питания паяльника удобно использовать сетевой адаптер на 5 В с выходным USB-разъёмом и допустимым током нагрузки не менее 2 А.

От редакции. *Программа микроконтроллера имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/zd20-u.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Комбинированный ИК + сенсорный выключатель

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Отличительная особенность предлагаемого сенсорного выключателя — дополнительная возможность управления с помощью любого ИК-пульта, в том числе и самодельного, описанного в статье.

Это устройство совмещает в себе функции сенсорного выключателя, к которому следует прикоснуться или приблизить палец (или другую часть тела, или какой-либо предмет), и ИК-выключателя, которым можно управлять с помощью ИК-пульта. Основа этого выключателя — микросхема TTP223-BA6, которая предназначена для построения бесконтактных сенсорных выключателей ("кнопок"). Она реагирует на изменение ёмкости подключённого к её входу сенсорного элемента — ёмкостного датчика и вырабатывает соответствующую команду. Но эту микросхему можно "обмануть", заставив реагировать на изменение сопротивления, например, резистивного датчика. Как это сделать, будет рассказано ниже.

Схема выключателя показана на **рис. 1**. В его состав входит микросхема TTP223-BA6 (DA1), которая управляет тринистором VS1. ИК-сигналы принимает модуль B1 и преобразует их в импульсный сигнал. С помощью этих сигналов происходит управление полевым транзистором VT1. На гасящем резисторе R6, диоде VD7, стабилитроне VD2 и конденсаторе C5 собран узел питания стабилизированным напряжением 5 В ИК-модуля B1 и микросхемы DA1. Питающее напряжение микросхемы дополнительно отфильтровано с помощью элементов R4 и C4. Диодный мост VD3—VD6 обеспечивает пульсирующим напряжением тринистор VS1, последовательно с мостом включена нагрузка, например лампа накаливания EL1. Чувствительным элементом E1 служит площадка на печатной плате. Этот элемент подключён к входу (вывод 3) микросхемы DA1 через ФВЧ C2R3C3, который подавляет низкочастотные наводки.

После подачи сетевого напряжения микросхема калибруется, и на её выходе (вывод 1) устанавливается напряжение, равное питающему. Поэтому тринистор VS1 открывается, и на нагрузку (в данном случае на лампу накаливания EL1) поступает питающее напряжение. Поскольку на выводы 4 и 6 микросхемы подано напряжение питания, она работает в режиме "кнопка с фиксацией". Поэтому при каждом "нажатии" (приближении к сенсорному элементу E1, а фактически, прикосновению к корпусу светодиода) происходит переключение выходного напряжения микросхемы, в соответствии с которым лампа накаливания EL1 включается или выключается.

В обычном состоянии на выходе ИК-приёмника присутствует напряжение около 5 В, поэтому конденсатор C1 через резисторы R1 и R2 заряжается практически до этого напряжения. Поскольку оно закрывающее для полевого транзистора VT1, сопротивление его канала велико, и транзистор не влияет на работу микросхемы DA1. Если на ИК-приёмник B1 начнут поступать импульсы с ИК-пульта, на выходе модуля B1 появятся импульсы, поэтому конденсатор C1 будет разряжаться через диод VD1 и резистор R2. Когда напряжение на конденсаторе C1 станет меньше напряжения отсечки транзистора VT1 (типовое значение напряжения отсечки для транзистора КП103В — около 2 В), сопротивление канала уменьшится. Поскольку канал транзистора включён последовательно с конденсатором C3, эквивалентная ёмкость этой цепи, подключённой к входу микросхемы DA1, увеличится и микросхема воспримет это как "прикосновение" к сенсорному элементу, поэтому её выходной сигнал сменится на противоположный.

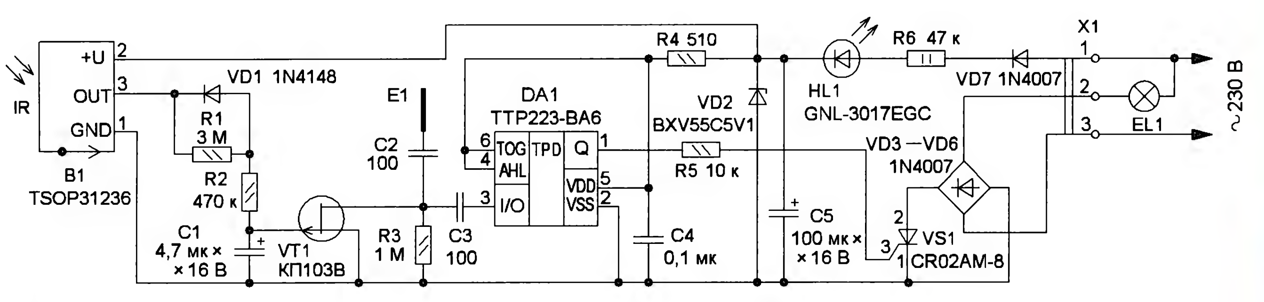
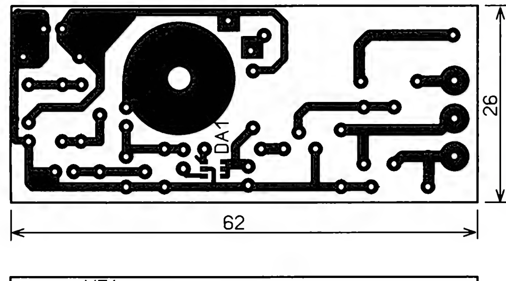


Рис. 1



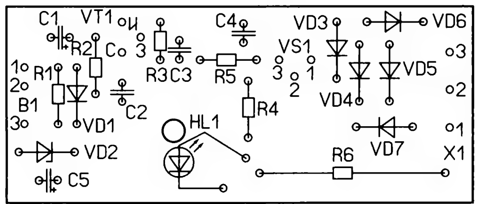


Рис. 2



Рис. 3

Для повышения помехозащищённости, в частности от ИК-пультов другой аппаратуры, время разрядки конденсатора C1 выбрано относительно большим — несколько секунд, т. е. для включения или выключения лампы следует ИК-пульт включать на это время. Это можно считать неудобством, но включают или выключают освещение нечасто. Конечно же, такой выключатель лучше использовать в помещении, где нет другой аппаратуры с ИК-управлением. Тогда ёмкость конденсатора C1 можно уменьшить в несколько раз.

Все элементы выключателя смонтированы на печатной плате из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы показан на **рис. 2**. В устройстве применены резисторы С2-23, МЛТ, оксидные конденсаторы — импортные, остальные конденсаторы — керамические К10-17 или импортные. Диод 1N4148 можно заменить любым из серий КД521, К522, КД102, КД102, остальные диоды — любые выпрямительные с допустимыми обратным напряжением не менее 400 В и прямым током не менее 100 мА. Стабилитрон — любой маломощный на номинальное напряжение 4,7 В или 5,1 В. Светодиод может быть повышенной яркости любого цвета свечения в корпусе диаметром 3 мм. Следует отметить, что у разных производителей цоколёвка тринисторов серии CR02AM, в частности, нумерация выводов, да и само название, отличается (у кого-то — тринистор, а у кого-то — симистор), поэтому на это необходимо обратить внимание. Клеммник X1 — однорядный винтовой серии DG126-03R, но можно обойтись и без него, припаяв провода к площадкам на плате. Микросхема установлена со стороны печатных проводников. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.



Рис. 4

Плату можно разместить в корпусе от сетевого блока питания подходящих размеров (**рис. 4**). В верхней части корпуса делают отверстие для светодиода, а в боковой — для ИК-приёмника, и в этом случае можно обойтись без клеммника. Следует обратить внимание на то, чтобы не было гальванического контакта между сенсорной площадкой и пальцем. Это может быть опасно для жизни и привести к выходу из строя элементов устройства. ИК-приёмник можно развернуть параллельно печатной плате, в этом случае такой выключатель можно разместить в корпусе стандартного выключателя.

Для управления выключателем можно применить ИК-пульт от вышедшей из строя или старой аппаратуры, которая уже не используется. В этом случае он не будет влиять на другие приборы с ИК-управлением, которые эксплуатируются в настоящее время. Но можно изготовить и самодельный пульт. Его целесообразно сделать, если нужен "дальнобойный" пульт с дальностью действия 10...15 м. Для изготовления такого ИК-пульта можно применить корпус от малогабаритного карманного фонаря, в котором есть или в него можно поместить батарейный отсек для двух или трёх элементов питания типоразмера AAA. В авторском варианте подходящим оказался недорогой карманный светодиодный фонарь (**рис. 5**). Его "вскрытие" показало (**рис. 6**), что в нём применён светодиод с диаметром корпуса 8 мм и большим углом излучения, поэтому для фокусировки луча применена прозрачная пластмассовая линза-насадка, которая дополнительно скрепляет две половины корпуса фонаря. В штатном батарейном отсеке размещены три элемента LR1130 (аналоги — LR54, V10GA, AG10) с суммарным напряжением 4,5 В. Держатель этой батареи объединён с держателем светодиода и подвижным контактом выключателя SA1 в один модуль, который занимает в корпусе мало места. Неподвижным контактом выключателя служит вывод анода светодиода. Невыпадающий движок выключателя размещён на корпусе фонаря. Токоограничивающий резистор, который часто включают последовательно со светодиодом, отсутствует. Ток, потребляемый светодиодом, — около 60 мА и ограничен, по-видимому, только внутренним сопротивлением элементов питания.

Поскольку ёмкость гальванического элемента LR1130 около 75 мА·ч, продолжительность работы фонаря (да и ИК-пульта) от этих элементов невелика. Поэтому желательно применить более ёмкие, а значит, и большие по размерам элементы питания. К счастью, корпус выбранного фонаря оказался таким, что



Рис. 5

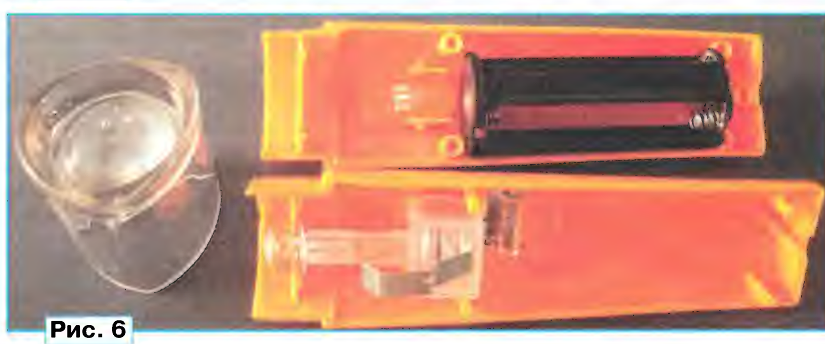


Рис. 6

в него без проблем поместился цилиндрический держатель-кассета для трёх элементов типоразмера AAA (на рис. 6 он чёрного цвета). Поэтому было решено оставить основную функцию фонаря, добавив возможности простейшего ИК-пульта.

Схема фонаря и его доработка до ИК-пульта показана на **рис. 7**. Вновь вводимые элементы и доработки выделены цветом. Во-первых, удалены элементы штатной батареи GB1 фонаря. Чтобы при этом подвижный контакт выключателя SA1 не выпадал, взамен них вставлена диэлектрическая прямоугольная или цилиндрическая вставка соответствующего размера. Поскольку внутреннее сопротивление элементов типоразмера AAA меньше, чем LR1130, введён токоограничивающий резистор R1. Его подборкой можно изменить яркость фонаря, но не следует делать ток светодиода больше, чем он был (60 мА). На микросхеме таймера DA1 собран генератор импульсов со скважностью два (меандр), работающий на частоте около 36 кГц, которую задаёт RC-цепь R2C2. Эти импульсы поступают на затвор полевого транзистора VT1,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 7, 2018

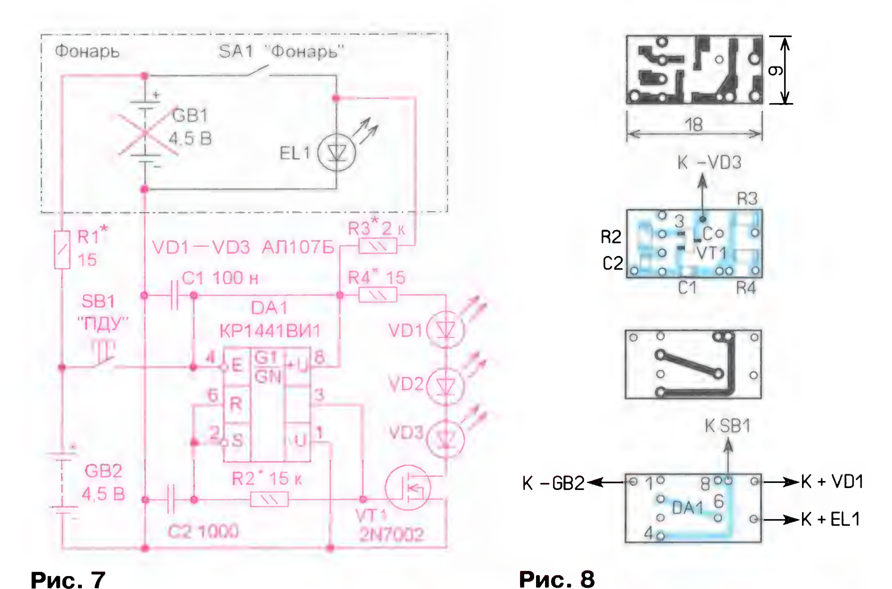


Рис. 7

Рис. 8

который, открываясь, подаёт напряжение на излучающие ИК-диоды VD1—VD3. Резистор R4 — токоограничивающий, он задаёт максимальный ток через эти диоды. Чем больше ток, тем больше дальность действия ИК-пульта, но следует учесть, что он не должен превышать максимально допустимого для излучающих диодов. Для АЛ107Б — это 100 мА.

Для включения фонаря в режим ИК ПДУ нажимают на кнопку SB1, при этом начинает работать генератор импульсов. Поскольку время срабатывания выключателя при управлении с помощью ИК-пульта выбрано достаточно большим, о чём сказано выше, чтобы быть убеждённым, что пульт включился, через резистор R3 на светодиод EL1 фонаря поступает небольшой ток, поэтому он будет светить неярко, т. е. будет работать как индикатор включения пульта. Подборкой этого резистора можно установить желаемую яркость в этом режиме. Поскольку импульсы ИК-излучения у самодельного пульта следуют непрерывно, а не пачками, как в штатных ИК-пультах, время срабатывания выключателя уменьшится.

В ИК-пульте применены резисторы типоразмера 1206, конденсаторы — типоразмера 0805, кнопка — любая малогабаритная тактовая (с самовозвратом). В устройстве применён КМОП-таймер КР1441ВИ1, поскольку он экономичен и сохраняет работоспособность при снижении питающего напряжения до 2...3 В. В случае применения таймера NE555 (минимальное напряжение питания с 4,5 В) сначала необходимо проверить его работоспособность при напряжении 3,5...4 В. Если он работает, тогда его можно использовать как замену.

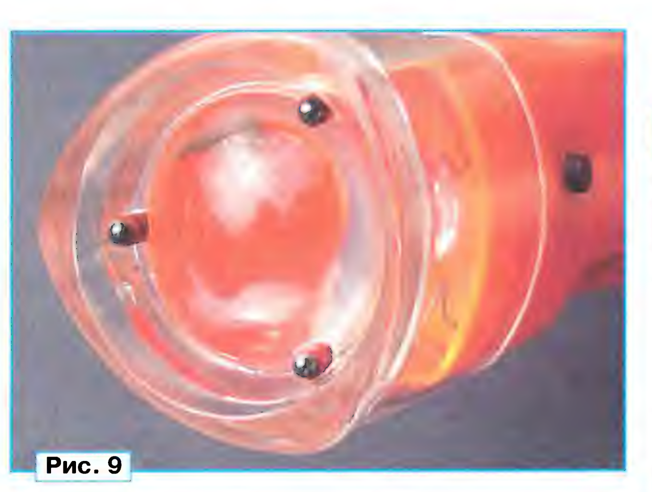


Рис. 9

Можно применить другие приёмные ИК-модули и излучающие ИК-диоды, однако не лишним будет проверить, во-первых, совпадают ли по длине волны максимумы излучения ИК-диода и чувствительность приёмного ИК-модуля. Во-вторых, частота импульсов, поступающих на излучающий ИК-диод, должна быть равна частоте, на которую рассчитан ИК-модуль. От этих двух факторов существенно зависит "дальнобойность" фонаря в режиме ИК-пульта. Максимум излучения диода АЛ107Б — на длине волны 950 нм. Обычно на этой же длине волны нормируют параметры большинства приёмных ИК-модулей. Частоту генератора в ИК-пульте можно изменить подборкой резистора R2 и конденсатора C2. Чем больше сопротивление или ёмкость, тем меньше частота.

Большинство элементов самодельного ИК-пульта смонтированы на печатной плате из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1 мм, её чертёж показан на **рис. 8**. Плату размещают под штатным светодиодом фонаря, рядом делают отверстие для толкателя кнопки (**рис. 9**). Саму кнопку закрепляют в корпусе с помощью термоклея. Все соединения проводят гибким изолированным монтажным проводом.

Как работает в ИК-диапазоне пластмассовая линза фонаря с точки зрения фокусировки, исследование не проводилось. Поэтому излучающие ИК-диоды VD1—VD3 установлены непосредственно на краях линзы-насадки, для чего в ней просверлены отверстия соответствующего диаметра (рис. 9).

Иногда требуется, чтобы при подаче сетевого напряжения питание на нагрузку не поступало. Это может быть важно при перерывах в подаче сетевого напряжения. В этом случае надо отсоединить вход AHL (вывод 4) от плюсовой линии питания, например, отпаять и приподнять его над печатной платой.

Не следует забывать, что при подключении к сети 230 В все элементы выключателя находятся под этим напряжением, к ним ни в коем случае не следует прикасаться!

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Первичные часы на ПЛИС

П. РЕДЬКИН, г. Ульяновск

Это устройство, помимо счёта и отображения на индикаторе текущего времени и даты, передаёт их по каналу связи для приёма вторичными часами, что позволяет построить распределённую систему отображения единого времени, например, в пределах учреждения. Отличительная особенность предлагаемых часов — использование в них программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС). В статье подробно рассмотрены проекты конфигурации ПЛИС для часов, разработанные на разных языках описания аппаратных средств, приведены сведения об их структуре и особенностях моделирования.

Предлагаемые первичные часы имеют как внешнее питание, так и резервное автономное питание счётчика текущего времени и даты от литиевого элемента. Устройство содержит двухстрочный символьный ЖКИ с встроенным контроллером, совместимым с HD44780. На ЖКИ отображается дата — единицы и десятки чисел месяца, месяца и года и время — единицы и десятки часов (от 0 до 23), минут и секунд.

Часы работают в двух режимах — отображения текущего времени и даты и установки их начальных значений. О действующем режиме сигнализируют соответственно символы R и S на ЖКИ и отдельный светодиод. Клавиатура часов содержит 16 клавиш, лишь 14 из которых использованы: 0—9, ENT, ESC, GO, LOCK. Она может быть заблокирована и разблокирована нажатием на клавишу LOCK. О блокировке сигнализируют символ L на ЖКИ и отдельный светодиод.

Таблица 1

Номер байта	Содержимое
1	Заголовок (символ $)
2	Десятки чисел месяца
3	Единицы чисел месяца
4	Десятки месяцев
5	Единицы месяцев
6	Десятки лет
7	Единицы лет
8	Десятки часов
9	Единицы часов
10	Десятки минут
11	Единицы минут
12	Десятки секунд
13	Единицы секунд

Отображаемую на ЖКИ информацию о времени и дате первичные часы передают для отображения вторичными часами по интерфейсу RS-232 со скоростью 2400 Бод, 4800 Бод, 9600 Бод, 19200 Бод или 38400 Бод. Скорость задают с помощью DIP-переключателей.

В устройстве имеется электромагнитный излучатель звука. Напряжение внешнего источника питания первичных часов — 3,6...5,7 В. При напряжении 5 В потребляемый от него ток не превышает 100 мА.

После включения питания или установки в исходное состояние нажатием на кнопку часы начинают работать в режиме отображения даты и времени. На ЖКИ выводятся их текущие значения, а также символ R в верхней строке ЖКИ справа. Светодиод индикации режима на плате устройства погашен.

Для счёта времени использован аппаратный модуль часов-календаря со специализированной микросхемой PCF8563 [1]. Обмен информацией между этим модулем и ПЛИС идёт по интерфейсу I^{2}C. Модуль снабжён резервной литиевой батареей напряжением 3 В, что предотвращает сбои хода часов при перерывах во внешнем питании устройства. Во всех режимах ПЛИС читает дату и время из модуля часов-календаря дважды в секунду.

Таблица 2

DIP[3...0]*	Скорость передачи, Бод
0111	4800
1011	9600
1101	19200
1110	38400
Все остальные значения	2400

Примечание: 0 — включён (ON);
1 — выключен (OFF).

Пользователь устанавливает начальные дату и время путём прямого набора с клавиатуры, предварительно переведя первичные часы в режим их установки. Для этого необходимо однократно нажать на клавишу GO. На верхней строке ЖКИ справа будет выведен символ S, а на плате устройства включён соответствующий светодиод. Затем задают дату и время нажатиями на клавиши 0—9. Например, чтобы установить дату и время 26.03.18 13:25:45, необходимо последовательно нажать на клавиши 2, 6, 0, 3, 1, 8, 1, 3, 2, 5, 4, 5. Чтобы возвратиться в режим отображения, нажмите на клавишу GO повторно.

Если в наборе допущена ошибка, нажмите на клавишу ESC и начните набор с начала. Набираемые значения сразу же отображаются на ЖКИ. Для записи набранных значений в модуль часов-календаря нажмите на клавишу ENT. По окончании записи, которая производится почти мгновенно, устройство автоматически перейдёт из режима установки в режим отображения. Необходимо заметить, что проверка корректности вводимых с клавиатуры значений в часах не предусмотрена. Об этом должен заботиться пользователь.

Чтобы избежать последствий случайных нажатий на клавиши, клавиатура в любой момент может быть заблокирована пользователем. Блокировку включают и выключают нажатиями на клавишу LOCK. При заблокированной клавиатуре в нижней строке ЖКИ справа будет выведен символ L, а также включён соответствующий светодиод на плате.

Каждое нажатие на любую из клавиш сопровождается звуковым сигналом — пачкой из ста импульсов звуковой частоты. При включённой блокировке устройство реагирует только на нажатие клавиши LOCK, которое снимает блокировку. Клавиши 0—9, ESC, ENT действуют и озвучиваются только в режиме установки даты и времени. Клавиша GO действует и озвучивается в любом режиме, но лишь при отключённой блокировке.

Во всех режимах прочитанные из модуля часов-календаря значения даты и времени не менее двух раз в секунду передаются по интерфейсу RS-232 для использования внешними устройствами. Подлежащая передаче информация преобразуется из упакованного двоично-десятичного формата, в котором она была прочитана из часов-календаря, в неупакованный двоичный формат. Затем двоичные коды преобразуются в символы, согласно кодовой таблице ASCII, и в таком виде передаются.

Формат передаваемой информации показан в **табл. 1**. Посылка состоит из 13 байтов, первый из которых — заголовок (символ $). Скорость передачи по RS-232 может быть выбрана пользователем из нескольких стандартных значений. Требуемое её значение задают четырьмя DIP-переключателями, имеющимися на плате устройства. Соответствие задаваемых значений скорости положениям DIP-переключателей показано в **табл. 2**.

Макет первичных часов выполнен на основе отладочной платы DE0-Nano [2], содержащей ПЛИС EP4CE22F17C6N семейства Cyclone-IVE, микросхему конфигурационной загрузочной памяти EPCS64, стабилизаторы напряжений +3,3 В, +2,5 В, +1,2 В, необходимых для питания ПЛИС, кварцевый генератор глобального синхросигнала частотой 50 МГц, загрузчик-программатор USB-Blaster и некоторые другие компоненты.

Внешний вид макета показан на **рис. 1**. Помимо платы DE0-Nano, в него входят символьный двухстрочный ЖКИ 1602ZFA с встроенным контроллером, совместимым с HD44780, модуль часов-календаря реального времени RTC Board на микросхеме PCF8563, плата клавиатуры на 16 клавиш 4×4 KeyPad [3], преобразователь уровней сигналов RS-232 Mod-RS232 [4], звуковой излучатель, управляемый транзисторным ключом и кнопка сброса.

Принципиальная схема макета часов приведена на **рис. 2**. Установленные на плате DE0-Nano микросхемы ОЗУ, АЦП, EEPROM, цифровой акселерометр, конфигурационное ПЗУ, генератор глобального синхросигнала, стабилизаторы питающих напряжений, загрузчик-программатор USB-Blaster и некоторые другие элементы на схеме не показаны. Позиционные обозначения элементов внутри платы DE0-Nano, других готовых плат и модулей соответствуют их обозначениям на схемах производителей.

Модули A1, A4 и ЖКИ HG1 питаются от внутреннего стабилизатора напряжения +3,3 В платы DE0-Nano (A3). Это напряжение выведено на контакты её разъёмов. Максимальный ток нагрузки стабилизатора напряжения +3,3 В — 1,5 А.

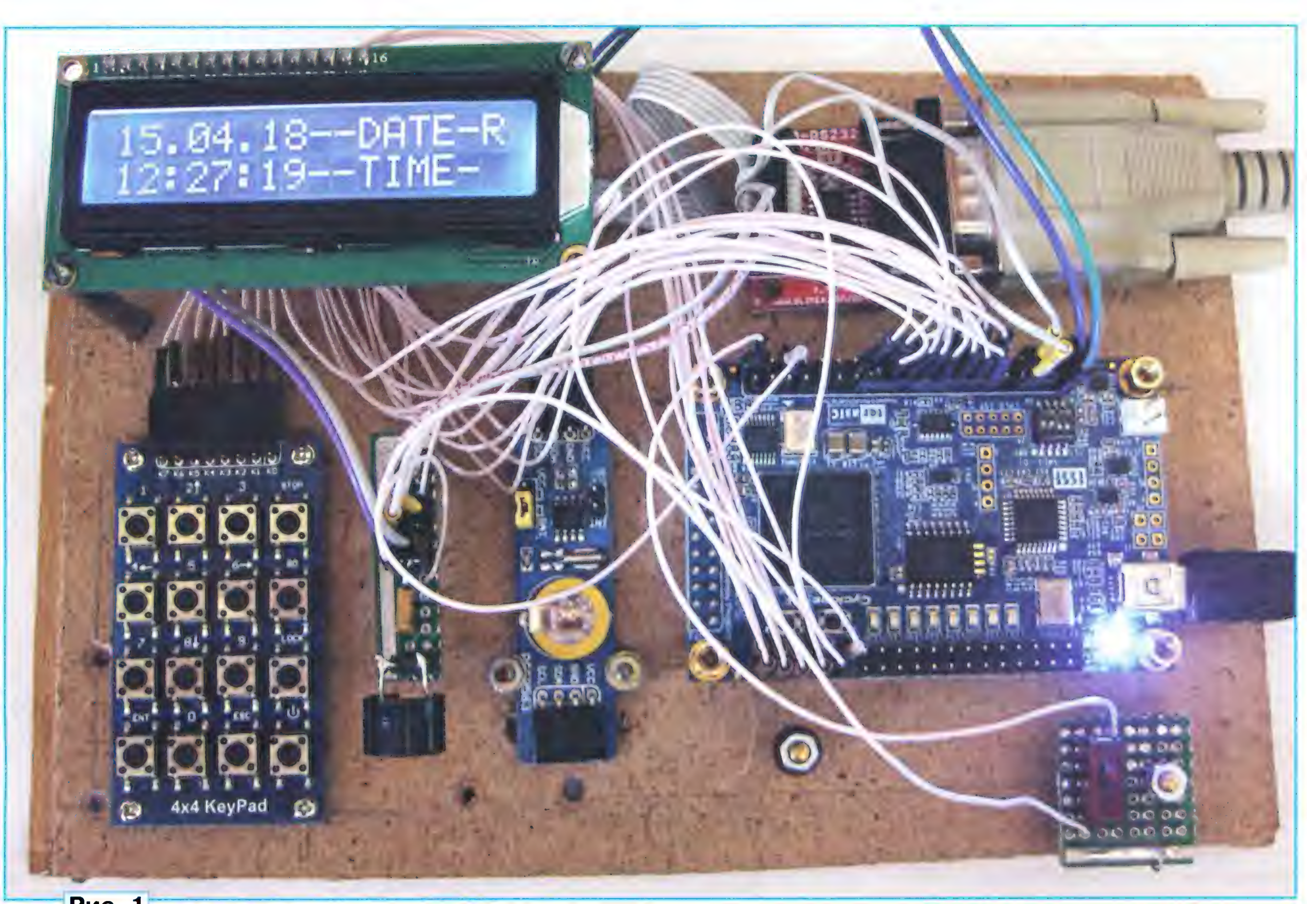


Рис. 1

Светодиод LED0 платы A3 использован для индикации текущего режима работы часов, а светодиод LED1 — для индикации блокировки клавиатуры.

Излучатель звука HA1 — маломощный электромагнитный. Можно применить и пьезоизлучатель звука. В последнем случае необходимости в использовании электронного ключа на транзисторе VT1 нет.

Питать макет можно через разъём miniUSB платы DE0-Nano, не показанный на схеме рис. 2, или через разъём питания этой платы JP4. На разъём miniUSB необходимо подавать напряжение 5 В, а на разъём JP4 — 3,6...5,7 В.

В модуле RTC PCF8563 (A1) микросхема PCF8563 может питаться от внешнего источника или литиевого элемента BT1 в зависимости от положения перемычки на разъёме H2. При этом питание резисторов R1, R2 всегда оста-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

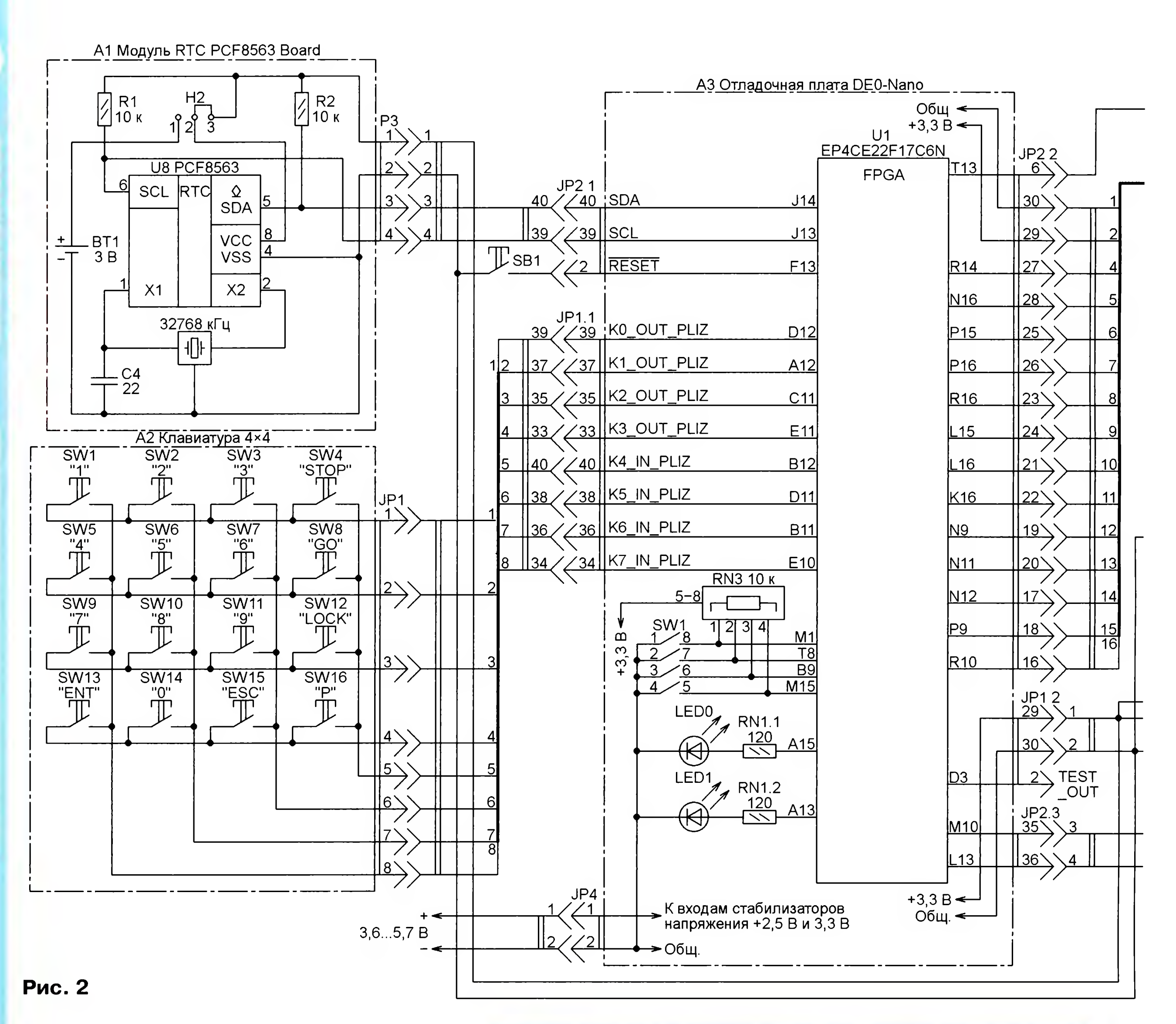


Рис. 2

ётся внешним. Поскольку ток, потребляемый микросхемой PCF8563, всего сотни микроампер при обмене информацией по интерфейсу I^{2}C и сотни наноампер в отсутствие обмена, запаса энергии в элементе BT1 должно хватать надолго.

При желании можно ещё больше увеличить срок службы этого элемента, дополнив модуль узлом развязки основного и резервного источников питания. Для этого перемычку на разъёме H2 следует заменить трёхвыводной сборкой из двух диодов Шотки, например SBL1040. Диоды подключают анодами к контактам 1 и 3 разъёма, а общим катодом — к его контакту 2.

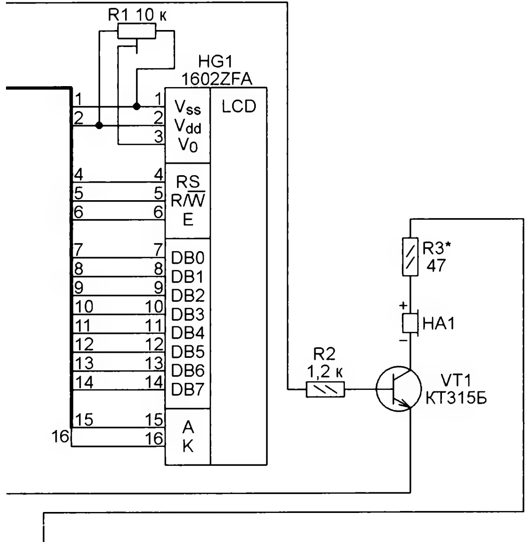
Налаживание часов сводится к установке наилучшей контрастности изображения на экране ЖКИ HG1 подстроечным резистором R1 и подборке резистора R3 для получения достаточной громкости звуков, сопровождающих нажатием на клавиши.

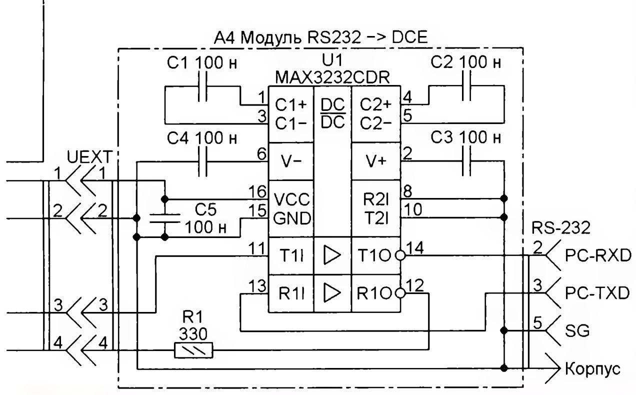
Проекты ПЛИС

Для предлагаемых первичных часов разработаны два проекта конфигурации ПЛИС, реализующих заданный алгоритм их работы. Оба они реализуют почти одинаковый набор выполняемых функций и могут быть загружены в ПЛИС макета часов, схема которого была рассмотрена выше. Главное отличие заключается в том, что один проект написан на языке описания аппаратных средств Verilog HDL, а другой — на языке описания аппаратных средств Altera HDL. Графическая форма описания аппаратуры ни в одном из проектов не использовалась. В обоих проектах отсутствуют какие-либо син-

Flow Summary	
Flow Status	Successful - Mon Mar 19 14:58:41 2018
Quartus II 64-Bit Version	13.0.1 Build 232 06/12/2013 SP 1 SJ Web Edition
Revision Name	CLOCK_PCF8563_AHDL
Top-level Entity Name	CLOCK_PCF8563_AHDL
Family	Cyclone IV E
Device	EP4CE22F17C6
Timing Models	Final
Total logic elements	1,136 / 22,320 (5 %)
Total combinational functions	897 / 22,320 (4 %)
Dedicated logic registers	779 / 22,320 (3 %)
Total registers	779
Total pins	41 / 154 (27 %)
Total virtual pins	0
Total memory bits	0 / 608,256 (0 %)
Embedded Multiplier 9-bit elements	0 / 132 (0 %)
Total PLLs	0 / 4 (0 %)

Рис. 3





Flow Summary	
Flow Status	Successful - Fri Mar 16 11:10:34 2018
Quartus II 64-Bit Version	13.0.1 Build 232 06/12/2013 SP 1 SJ Web Edition
Revision Name	CLOCK_PCF8563_VERILOG
Top-level Entity Name	CLOCK_PCF8563_VERILOG
Family	Cyclone IV E
Device	EP4CE22F17C6
Timing Models	Final
Total logic elements	2,265 / 22,320 (10 %)
Total combinational functions	2,105 / 22,320 (9 %)
Dedicated logic registers	678 / 22,320 (3 %)
Total registers	678
Total pins	40 / 154 (26 %)
Total virtual pins	0
Total memory bits	0 / 608,256 (0 %)
Embedded Multiplier 9-bit elements	0 / 132 (0 %)
Total PLLs	0 / 4 (0 %)

Рис. 4

тезируемые процессорные ядра. И, наконец, оба они разработаны в бесплатной среде Quartus II Web Edition версии 13.0. Какой из них загрузить в ПЛИС при повторении часов целиком зависит от желания читателя.

Если провести аналогию между языками описания аппаратных средств и языками программирования, то языку Verilog HDL соответствует язык программирования высокого уровня, а языку Altera HDL — язык ассемблера. Отчёты о результатах компиляции проектов CLOCK_PCF8563_AHDL и CLOCK_PCF8563_VERILOG в среде Quartus II приведены для сравнения соответственно на **рис. 3** и **рис. 4**. Первый использует около 5 % ресурсов ПЛИС — приблизительно вдвое меньше, чем второй (10 %). Несмотря на преимущество перед языком Verilog HDL в плане экономии ресурсов, язык Altera HDL имеет очевидный недостаток — отсутствует возможность моделирования работы разрабатываемого устройства современными средствами. А это необходимый этап проектирования устройства на ПЛИС.

Моделирование на языке Altera HDL возможно в среде разработки Altera MAX+plus II, однако в настоящее время она устарела и не работает с большинством современных семейств ПЛИС фирмы Altera, например, с Cyclone-IV и Cyclone-V. Работающая с этими семействами среда Quartus II предлагает для моделирования отдельное средство — пакет программ ModelSim ALTERA STARTER EDITION, но он с проектами на языке Altera HDL не работает.

Встроенное в среду Quartus II, начиная с версии 13.0, собственное средство моделирования Simulation Waveform Editor работает и с проектами на языке Altera HDL, но имеет очень ограниченные возможности. Например, максимальная длительность моделируемого интервала времени работы устройства всего 100 мкс, чего во многих случаях явно недостаточно.

Проект ПЛИС на языке Verilog HDL

Проект CLOCK_PCF8563_VERILOG включает в себя модуль верхнего уровня (файл CLOCK_PCF8563_VERILOG.v), модуль записи—чтения блока информации PCF8563 (файл PCF8563_wr_rd.v), модуль передачи байта через UART (файл UART_byte_tx.v), модуль формирования единичного импульса разрешения звука при нажатии на клавишу (файл buzzer_butt.v), модуль двухступенчатого триггера для формирования положительных импульсов длительностью в один период синхросигнала по нарастающему перепаду входного сигнала (файл Trigger_2st_front.v).

В модуле верхнего уровня реализованы:

— контроллер чтения информации из микросхемы PCF8563 и записи информации в эту микросхему;

— контроллер клавиатуры;

— контроллер набора на клавиатуре даты и времени;

— контроллер сигналов, управляющих ЖКИ;

— контроллер ЖКИ;

— контроллер управления выходом звука;

— контроллер передачи информации через UART;

— контроллер передачи многобайтовой посылки через UART;

— формирователь синхросигнала частотой 1 кГц.

Таблица 3

```
// шаблон типового контроллера
// с асинхронным сбросом
always @(posedge clk)
begin
  if (!nrst)  // реакция на сброс
    begin
    // сбросить счетчик упр. синхронизацией
      counter <= 0;
    // другие необходимые при сбросе действия
    end

    else
      begin
      // инкремент счетчика упр. синхронизацией
        counter <=  counter + 1;
        case (counter)
          1: begin
          //  функц. наполнение контроллера
             end
          2: begin
          //  функц. наполнение контроллера
             end
                 .
                 .
                 .
          // момент окончания очередного периода
     PERIOD: begin
         // сбросить счетчик  упр. синхронизацией
           counter <= 0;
         end
       endcase
     end
 end
```

Структурная схема устройства, реализованного в ПЛИС согласно проекту CLOCK_PCF8563_VERILOG, показана на **рис. 5**.

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

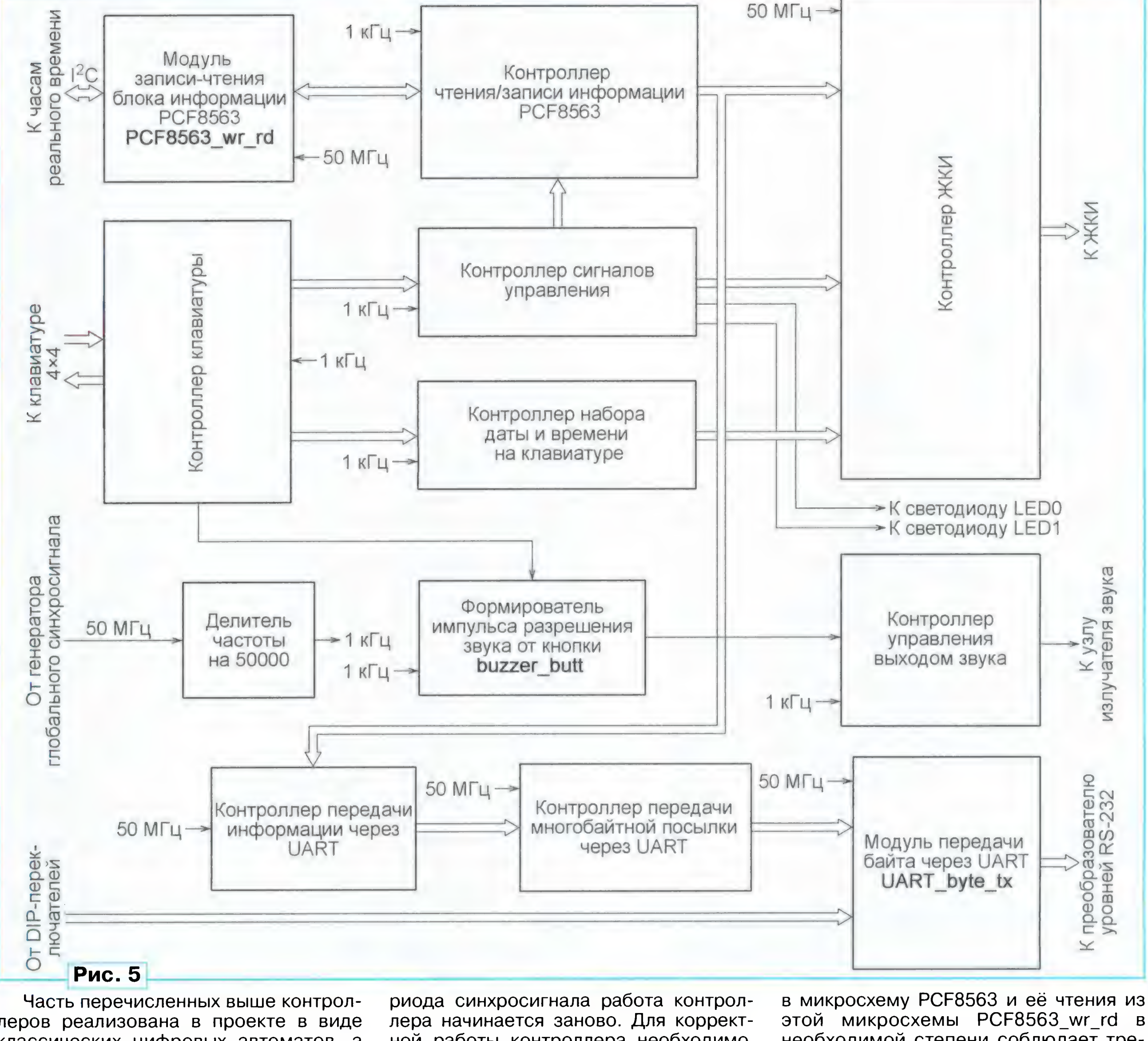


Рис. 5

Часть перечисленных выше контроллеров реализована в проекте в виде классических цифровых автоматов, а другие, например, контроллер ЖКИ, — в виде языковой структуры, шаблон которой приведён в **табл. 3**. Основа такого контроллера — суммирующий счётчик counter, содержимое которого инкрементируется с каждым импульсом синхросигнала. Эта операция выполняется вне тела автомата. Под телом автомата здесь понимается языковая конструкция case ... endcase.

Текущее состояние счётчика анализирует конструкция case ... endcase, в ветвях которой реализованы действия, которые должен выполнять контроллер. Если текущее состояние счётчика не совпадает с условиями ни одной из ветвей, то в этом периоде синхросигнала контроллер ничего, кроме инкрементирования счётчика, не делает, сохраняя неизменным состояние всех своих выходных сигналов.

Когда в очередном периоде синхросигнала состояние счётчика становится равным значению предела счёта PERIOD, контроллер в ветви PERIOD: обнуляет счётчик. Со следующего периода синхросигнала работа контроллера начинается заново. Для корректной работы контроллера необходимо, чтобы ёмкость счётчика была равна или больше значения PERIOD.

Достоинство такого контроллера, по мнению автора, состоит в том, что подбором значения PERIOD и частоты синхросигнала можно задавать сколь угодно длительный период генерации быстрых сигналов, используя при этом только один источник синхросигнала. Наивысшая частота генерируемого сигнала здесь равна половине частоты синхросигнала. К недостаткам можно отнести неопределённость состояния счётчика после включения питания, из-за чего необходимо устанавливать счётчик в исходное (нулевое) состояние. По этой причине после включения питания устройства необходимо нажать на кнопку начальной установки SB1. Только после этого часы начнут функционировать. На ЖКИ будет на короткое время выведена заставка с номером версии проекта, которая затем сменится читаемыми из микросхемы PCF8563 значениями времени и даты.

Реализованный в модуле PCF8563_wr_rd.v контроллер записи информации в микросхему PCF8563 и её чтения из этой микросхемы PCF8563_wr_rd в необходимой степени соблюдает требования спецификации интерфейса I²C. При обмене по I²C ПЛИС всегда выполняет функции ведущего устройства, генерирующего тактовый сигнал PCF8563_SCL на своём выходе.

В соответствии со спецификацией низкий уровень на линии SCL устанавливают записью нуля в одноразрядный регистр управления reg_PCF8563_SCL, а высокий уровень — переводом этой линии в высокоимпедансное состояние. Поскольку на линиях SCL и SDA обязательно имеются внешние, соединяющие их с плюсом питания резисторы (R1 и R2 в модуле A1), это приводит к установке на линии высокого уровня. Генерация одного положительного импульса на линии SCL в контроллере выглядит примерно так:

```
reg_PCF8563_SCL <= 0;
reg_PCF8563_SCL <= 1'bz;
reg_PCF8563_SCL <= 0;
// Управление синхро-
// сигналом I2C
assign  PCF8563_SCL =
reg_PCF8563_SCL;
```

Таблица 4

```
// частота глобального синхросигнала, Гц
parameter   GLOBAL_CLOCK  = 50_000_000;

// скорости  передачи через UART
parameter UART_RATE_2400 = 2400;   //2400 бит/с
parameter UART_RATE_4800 = 4800;   //4800 бит/с
parameter UART_RATE_9600 = 9600;   //9600 бит/с
parameter UART_RATE_19200=19200; //19200 бит/с
parameter UART_RATE_38400=38400; //38400 бит/с

//  задание начального значения
// интервала между  битами в байте
reg [15:0] T = GLOBAL_CLOCK / UART_RATE_2400;

// задание интервала между  битами в байте
//  DIP-переключателями
always @(*)
begin
   case  (dip[3:0])
     4'b0111:  begin
           T <= GLOBAL_CLOCK / UART_RATE_4800;
                     end
     4'b1011:  begin
           T <= GLOBAL_CLOCK / UART_RATE_9600;
                     end
     4'b1101:  begin
           T <= GLOBAL_CLOCK / UART_RATE_19200;
                    end
     4'b1110:  begin
           T <= GLOBAL_CLOCK / UART_RATE_38400;
                     end
     default:    begin
           T <= GLOBAL_CLOCK / UART_RATE_2400;
                     end
  endcase
end
```

Таблица 5

```
// Моделирование глобального синхросигнала
  always
  begin
    #10; clk = ~clk;
  end
//--------------------------------------------
// моделирование сброса устройства
   initial
   begin
     #10_000; nrst = 0;
     #1_000_000; nrst = 1;
   end
//--------------------------------------------
// моделирование нажатия на клавишу
   initial
// когда имитирующий нажатие сигнал
// KNOP_TEST_1 в низком уровне,
// на вход клавиатуры передается
// значение с выхода клавиатуры,
// как будто  нажата клавиша GO
// (замыкание K1_OUT_PLIZ и K4_IN_PLIZ)
  begin
    #10_000_000; KNOP_TEST_1 = 0;
    #50_000_000; KNOP_TEST_1 = 1;
  end
  always
  begin
    #100; K4_IN_PLIZ = K1_OUT_PLIZ | KNOP_TEST_1;
  end
//--------------------------------------------
// остановка моделирования  через 120 мс
// после старта
  initial
  begin
    #120_000_000 $stop;
  end
```

Возможность затягивания синхросигнала ведомым устройством в контроллере не предусмотрена. Предполагается, что микросхема PCF8563 не затягивает синхросигнал. Кроме того, частота синхросигнала SCL выбрана равной 167 кГц, что заведомо меньше её допустимого для микросхемы PCF8563 значения 400 кГц.

Линия PCF8563_SDA описана в проекте ПЛИС как двухнаправленная (inout). Для передачи по ней одного двоичного разряда использована примерно такая языковая конструкция:

```
// Передача одного разряда
// WORD_ADDR_WRITE[7]
1: reg_PCF8563_SDA <=
(WORD_ADDR_WRITE[7])
? (1'bz) : 0;
2: reg_PCF8563_SCL <= 1'bz;
3: reg_PCF8563_SCL <= 0;
// Управление линией SDA
assign PCF8563_SDA =
reg_PCF8563_SDA;
```

Если передаваемый разряд имеет значение 1, линия SDA переводится в высокоимпедансное состояние, и уровень на ней становится высоким благодаря внешнему резистору. Если значение передаваемого разряда 0, на линии SDA устанавливается низкий уровень. После этого генерируется один импульс SCL.

Для приёма с линии SDA одного разряда используется примерно такая языковая конструкция:

```
// Прочитать разряд с
// линии SDA в регистр
// reg_PCF8563_read_data_1[6]
1: reg_PCF8563_SCL <= 1'bz;
2: begin
reg_PCF8563_SCL <= 0;
reg_PCF8563_read_data_1[6]
<= PCF8563_SDA;
end
3: begin end // пауза
```

Реализованный в модуле UART_byte_tx.v контроллер передачи байта UART_byte_tx обеспечивает поддержку формата последовательной передачи 8-N-1 — в байте восемь информационных разрядов без контроля чётности и один стоповый разряд. Контроллер обеспечивает только передачу, приём в нём не реализован. Выбор скорости передачи с помощью DIP-переключателей реализован языковой конструкцией, показанной в **табл. 4**.

Моделирование проекта ПЛИС на языке Verilog HDL

Работу проекта CLOCK_PCF8563_VERILOG автор моделировал в среде ModelSim ALTERA STARTER EDITION 10.1d. Для этого был создан файл тестовых воздействий CLOCK_PCF8563_VERILOG.vt — так называемый тестбэнч (Test Bench). Исполняемый код тестбэнча в ходе моделирования автор редактировал в зависимости от того, какие конкретно сигналы ПЛИС необходимо было моделировать и наблюдать. Исполняемый код тестбэнча, предназначенный для моделирования входных и наблюдения выходных сигналов контроллера клавиатуры A2, показан в **табл. 5**. В файле задан интервал моделирования 120 мс.

Клавиатура состоит из четырёх горизонтальных и четырёх вертикальных соединительных линий, на пересечениях которых находятся клавиши SW1—SW16. Горизонтальные линии соединены с выходами ПЛИС, которым в проекте присвоены имена K0_OUT_PLIZ, K1_OUT_PLIZ, K2_OUT_PLIZ, K3_OUT_PLIZ. Вертикальные линии соединены с входами ПЛИС, имеющими имена K4_IN_PLIZ, K5_IN_PLIZ, K6_IN_PLIZ, K7_IN_PLIZ. При работе ПЛИС с загруженной конфигурацией на линиях K0_OUT_PLIZ—K3_OUT_PLIZ поочерёдно циклически устанавливается низкий логический уровень напряжения. Входы K4_IN_PLIZ — K7_IN_PLIZ внутри ПЛИС соединены с плюсом питания резисторами. При отпущенных клавишах логический уровень напряжения на них высокий.

Если какая-либо из клавиш нажата, во время её удержания сигнал с одного из выходов ПЛИС попадёт на один из входов. Этот сигнал представляет собой не постоянный низкий уровень, а пачку импульсов этого уровня. Контроллер клавиатуры, обнаружив нажатие, преобразует пачку в единственный импульс высокого уровня длительностью, равной длительности пачки. В проекте для каждой из клавиш этот импульс имеет своё имя: AKTIV_KLAV_0_reg, AKTIV_KLAV_1_reg, AKTIV_KLAV_2_reg, ... AKTIV_KLAV_P_reg. По нарастающему перепаду этого длинного импульса контроллер формирует короткий импульс высокого уровня длительностью в один период синхросигнала. Для каждой из клавиш этот импульс также имеет своё имя: imp_KLAV_0, imp_KLAV_1, ... imp_KLAV_P. Эти преобразования необходимы, чтобы обеспечить дальнейшую обработку нажатий на клавиши.

Синхросигнал для клавиатуры, задающий периодичность формирования импульсов низкого логического уровня на выходах K0_OUT_PLIZ—K3_OUT_PLIZ, имеет частоту 1 кГц. Этот же сигнал использован для озвучивания нажатий на клавиши.

ЛИТЕРАТУРА

1. PCF8563 RTC Board. — URL: **https://www.waveshare.com/wiki/PCF8563_RTC_Board** (15.05.2018).

2. DE0-Nano Development and Education Board. — URL: **http://www.terasic.com.tw/cgi-bin/page/archive.pl?Language=English&No=593** (15.05.2018).

3. 4×4 Keypad. — URL: **https://www.waveshare.com/wiki/4x4_Keypad** (15.05.2018).

4. MOD-RS232. — URL: **https://www.olimex.com/Products/Modules/Interface/MOD-RS232/open-source-hardware** (15.05.2018).

(Окончание следует)

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО®

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Два счётчика импульсов, управляемых с одного пульта

С. ШИШКИН, г. Саров Нижегородской обл.

Предлагаемое устройство состоит из двух идентичных электронных счётчиков на базе микроконтроллера AT89C4051-24PU. Каждый из них работает независимо от другого. Однако управляют обоими с единого пульта управления.

Оба счётчика одинаковы и собраны по схеме, изображённой на **рис. 1**. Их микроконтроллеры работают по программе, приложенной к статье. Увеличение результата счёта (числа, выводимого на светодиодные семиэлементные индикаторы HG1—HG5) на единицу происходит при каждом переходе входного сигнала, поданного на контакт 2 разъёма XP2, с высокого логического уровня на низкий. Однако логический уровень напряжения на контакте 3 этого разъёма при этом должен быть высоким. Соответственно, уменьшение результата счёта на единицу происходит при переходе уровня сигнала на контакте 3 с высокого на низкий, а уровень на контакте 2 — высокий. Любые другие комбинации уровней на входах и их перепадов не изменяют состояние счётчика. Период повторения счётных импульсов — не менее 3 мс.

Предусмотрено сравнение текущего содержимого счётчика с заранее заданной уставкой. Установленный при инициализации микроконтроллера DD1 высоким уровень напряжения на контакте 1 разъёма XP2 остаётся таким, пока накопленное счётчиком число меньше уставки. Когда содержимое счётчика достигает уставки или превышает её, уровень напряжения на контакте 1 разъёма XP2 становится низким, пьезоизлучатель HA1 подаёт прерывистый звуковой сигнал, включается светодиод HL2.2.

Счётчик имеет три режима работы, о которых сигнализируют светодиоды: HL1.1 — "Счёт", HL1.2 — "Установка", HL2.1 — "Уставка". В режиме "Счёт" происходит прямой и обратный счёт импульсов, поступающих на разъём XP2. Число, накопленное счётчиком, отображается на индикаторах HG1 (старший разряд)—HG5 (младший разряд). В режиме "Установка" в счётчик может быть загружено любое начальное значение, от которого пойдёт дальнейший счёт. В режиме "Уставка" задают значение, о достижении или превышении которого содержимым счётчика должны быть поданы сигналы. В режимах "Установка" и "Уставка" счётчик не реагирует ни на какие изменения состояний счётных входов.

Основой счётчика служит микроконтроллер DD1, тактовую частоту которого задаёт внешний кварцевый резонатор ZQ1 на 10 МГц. Программа, инициализируя микроконтроллер DD1, записывает во все разряды его портов логические единицы и запускает счётчик в режиме "Счёт", подтверждая это включением светодиода HL1.1.

Динамическая индикация организована с помощью электронных ключей на транзисторах VT1—VT5, управляемых сигналами с выходов буферного регистра DD2. Этот же регистр управляет пьезоэлектрическим звукоизлучателем HA1 и светодиодной сборкой HL2. Светодиодами сборки HL1 управляют сигналы с выходов P3.0 и P3.1 микроконтроллера. Резисторы R1—R8 ограничивают ток элементов индикаторов HG1—HG5.

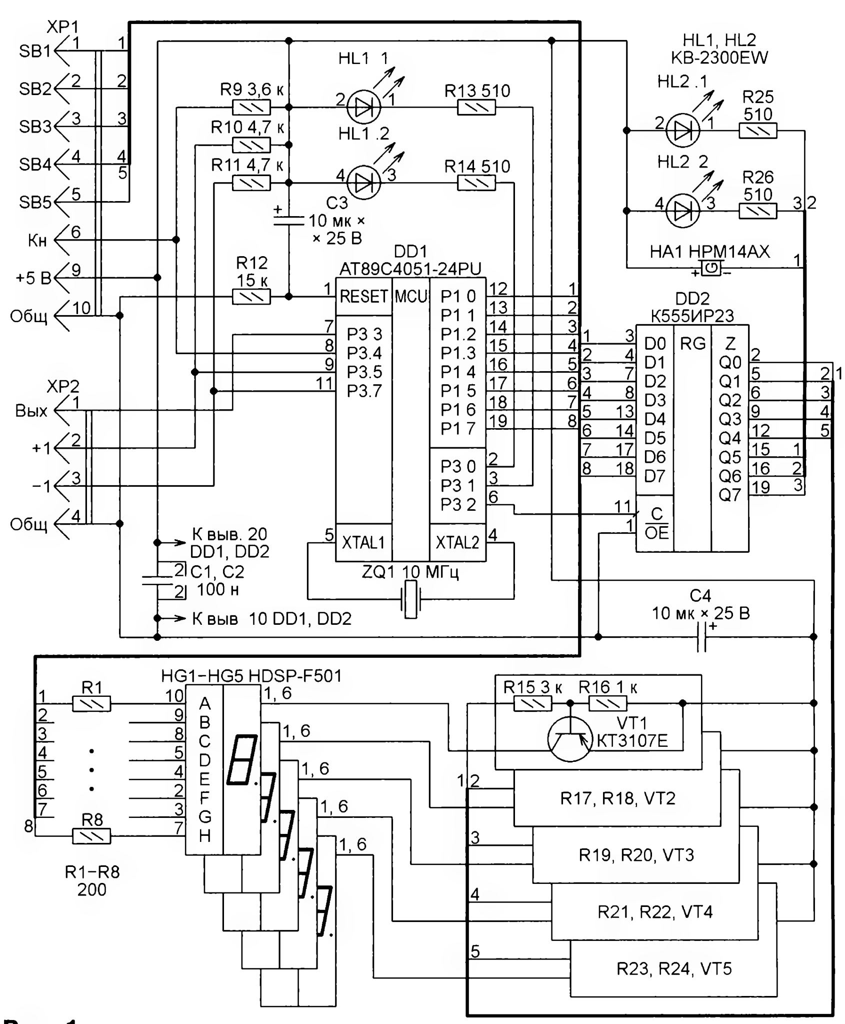


Рис. 1

В памяти данных микроконтроллера по адресам с 30H по 39H организован буфер отображения для динамической индикации. Он разбит на две функциональные группы ячеек. По адресам 30H—34H хранится текущее содержимое счётчика. Оно выводится на индикаторы в режимах "Счёт" и "Установка". По адресам 35H—39H хранится значение уставки, выводимое на индикаторы в режиме "Уставка".

Каждый байт из выбранной функциональной группы подпрограмма обработки прерываний от таймера TF0 после перекодировки циклически выводит в порт P1 микроконтроллера. Она начинает работу с опроса входов P3.5 и P3.7. Если на вход P3.5 подано напряжение низкого логического уровня, подпрограмма устанавливает флаг INKR, разрешая инкрементировать текущее содержимое счётчика. Если напряжение низкого уровня подано на вход P3.7, подпрограмма устанавливает флаг DEKR, разрешая декрементировать это содержимое. Если между двумя запросами прерывания, следующими с периодом 3 мс, на счётные входы поступит несколько импульсов, все они, кроме одного, сосчитаны не будут.

Затем начинается опрос состояния кнопок, подключённых к разъёму XP1, общий провод которых соединён с кон-

тактом 6 этого разъёма и далее с входом P3.4 микроконтроллера. Нажатие на кнопку, соединённую с контактом 1 разъёма, сдвигает на один разряд влево код в регистре R2 микроконтроллера DD1 (его исходное двоичное значение 00000001). Это изменяет режим работы счётчика.

В режимах "Установка" и "Уставка" при нажатии на кнопку, соединённую с контактом 2 разъёма, будет установлен флаг KNOPB, разрешающий увеличение устанавливаемого значения. При нажатии на кнопку, соединённую с его контактом 3, активизируется флаг KNOPM, разрешающий уменьшение этого значения.

Нажатием на кнопку, соединённую с контактом 4 разъёма, сдвигают на один разряд влево код в регистре R3 микроконтроллера (исходное двоичное значение 00000001), выбирая разряд для изменения значения. При инициализации в регистр R3 заносится двоичный код 00000001.

В результате нажатия на кнопку, соединённую с контактом 5 разъёма, программа заносит нули в ячейки памяти с адресами 30H—34H, обнуляя счётчик. Кроме того, она снимает флаг звуковой и световой сигнализации BUDS1, чем выключает её.

Регистр R0 хранит адрес ячейки памяти, содержимое которой в текущий момент выводится на индикаторы. Исходное значение этого адреса в режимах "Счёт" и "Установка" — 30H, в режиме "Уставка" — 35H. Через каждые 3 мс оно инкрементируется и, достигнув конечного значения (34H или 39H), возвращается к исходному. Так реализована динамическая индикация.

В основной программе происходят инкремент и декремент счётчика, установка нового исходного значения и уставки, сравнение текущего состояния счётчика с уставкой.

Программа schet.asm для микроконтроллера DD1 написана на языке ассемблера и занимает менее килобайта памяти программ микроконтроллера.

Как уже было отмечено, обоими счётчиками управляют дистанционно с помощью выносного пульта, схема которого изображена на **рис. 2**. В нём установлены кнопки SB1—SB7 и светодиоды HL1 и HL2. Разъёмы XP1 первого и второго счётчиков соединяют соответственно с разъёмами XS1 и XS2 пульта.

Нажатиями на кнопки SB6 и SB7 переключают с помощью реле K1—K3 кнопки SB1—SB5 между первым и вторым счётчиками. В начальном состоянии (после подачи напряжения питания) обмотки реле обесточены, поэтому кнопки соединены со счётчиком, подключённым к разъёму XS1. Контактами реле K4.1 включён светодиод HL1.

Нажатие на кнопку SB7 подаёт напряжение на соединённые параллельно обмотки всех реле и на светодиод HL2. Реле срабатывают, переключая кнопки SB1—SB5 на второй счётчик. Контакты реле K4.1 блокируют кнопку

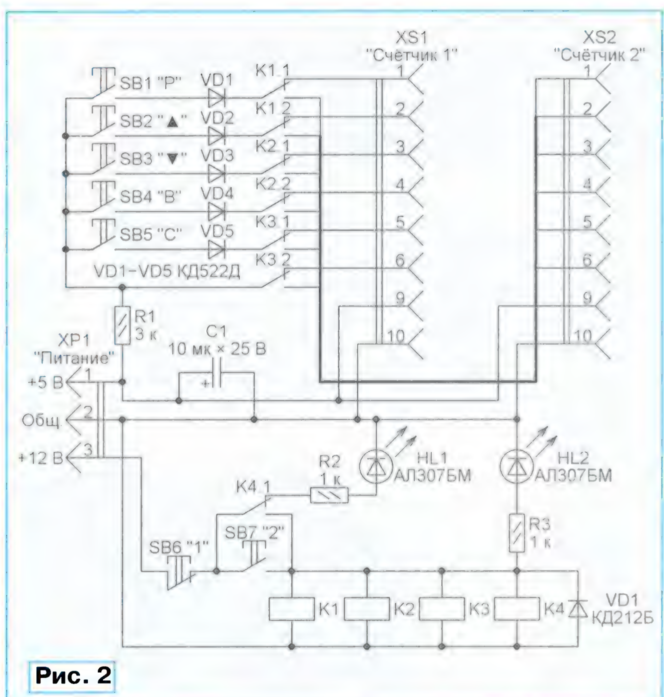


Рис. 2

SB7, которую теперь можно отпустить. Они же выключают светодиод HL1. Для перевода пульта в исходное состояние (переключения управления на первый счётчик) достаточно нажать на кнопку SB6.

Кнопки SB1—SB5 имеют следующее назначение:

SB1 "P" — выбор режима работы счётчика по кругу: "Счёт", "Установка", "Уставка". Сразу после подачи питания он работает в режиме "Счёт";

SB2 "▲" — в режимах "Установка" и "Уставка" — увеличение на единицу значения выбранного разряда индикатора;

SB3 "▼" — в режимах "Установка" и "Уставка" — уменьшение значения выбранного разряда индикатора;

SB4 "B" — выбор разряда для изменения значений в режимах "Установка" и "Уставка". В выбранном разряде будет включена десятичная запятая (элемент H). После первого нажатия она будет включена в старшем разряде (индикатор HG5), при втором — в следующем по старшинству разряде (индикатор HG4) и так далее по кольцу;

SB5 "C" — обнуление счётчика независимо от его текущего состояния и режима работы. Нажатие на эту же кнопку принудительно выключает световую и звуковую сигнализацию и устанавливает логически высокий уровень напряжения на контакте 1 разъёма XP2.

Эти операции всегда выполняются с тем счётчиком, который выбран кнопками SB6 и SB7.

В описанных устройствах использованы резисторы С2-33Н-0.125, подойдут и любые другие такой же мощности, керамические конденсаторы К10-17 и оксидные К50-35.

В счётчиках применены индикаторы зелёного свечения HDSP-F501, которые можно заменить другими семиэлементными с общим анодом. Вместо светодиодных сборок (световых полос) KB-2300EW допустимо использовать другие из двух или четырёх светодиодов или единичные светодиоды, подобрав их яркость, цвет свечения и размеры по желанию. Разъём XP1 — WF-10, XP2 — WF-4.

В пульте управления установлены реле K1—K4 РЭС60 исполнения РС4. 569.435-02. Их можно заменить большим или меньшим (вплоть до одного) числом реле другого типа с номинальным напряжением обмотки 12 В, имеющих в сумме не менее семи групп контактов на переключение. Кнопки SB1—SB7 могут быть любыми без фиксации. Разъём XP1 — WF-3, а XS1, XS2 — HU-10.

Питающие напряжения +5 В и +12 В подают на разъём XP1 пульта управления. Потребляемый ток по цепи:+5 В не превышает 600 мА при двух подключённых счётчиках, а по цепи +12 В зависит от числа и типа применённых реле.

От редакции. Программа микроконтроллера имеется по адресу ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/schet.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Терменвокс "Paradox"

И. МАМОНТОВ, г. Электросталь Московской обл.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2018, № 6

Терменвокс питают от внешнего стабилизированного источника постоянного напряжения +12...15 В, например от аккумуляторной батареи. Индикатор включения питания (светодиод HL1) в изготовленном образце отсутствует. Потребляемый от источника ток при работе на головные телефоны — 50...70 мА. При использовании восьмиомной динамической головки источник должен обеспечивать ток не менее 1 А. Напряжение питания высокочастотной части терменвокса (+9 В) получено с помощью интегрального стабилизатора DA1. Светодиод HL2 при работе терменвокса светится зелёным цветом, а когда звук выключен выключателем SA6 — красным.

Разъём XS4, как уже было сказано, служит для подключения дополнительных тембровых модулей. Если таких модулей нет, между контактами 1 и 2 следует установить перемычку S2. Снятие перемычки S1 отключает канал регулировки громкости и переводит микросхему DA2 в режим максимального усиления (её вход Vol соединён с источником питания внутренним резистором). Это бывает полезно при настройке инструмента.

Разъём XS1 (стандартное гнездо питания диаметром 5,5/2,1 мм) предназначен для подачи напряжения питания. Разъём XS2 (гнездо на блок DN-5BJ1 или ОНЦ-ВГ-10-5/16-Р) — универсальный. На него можно подавать питание и с него же снимать сигналы звука (в том числе подключать внешний громкоговоритель) и управления громкостью. Разъём XS3 (гнездо для аудиоштекера диаметром 3,5 мм) служит для подключения головных телефонов.

Почти все детали терменвокса расположены на печатной плате размерами 85×40 мм из фольгированного с одной стороны стеклотекстолита, чертёж которой показан на **рис. 6**. На плате имеются несколько проволочных перемычек. Она рассчитана на установку постоянных резисторов и конденсаторов типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Но могут быть установлены и компоненты типоразмера 0806. Остальные детали, кроме диодов, транзисторов, микросхемы DD1 и дросселя L3, монтируют в отверстия. В отверстия для присоединения внешних цепей установлены штыри от разъёмов PLS.

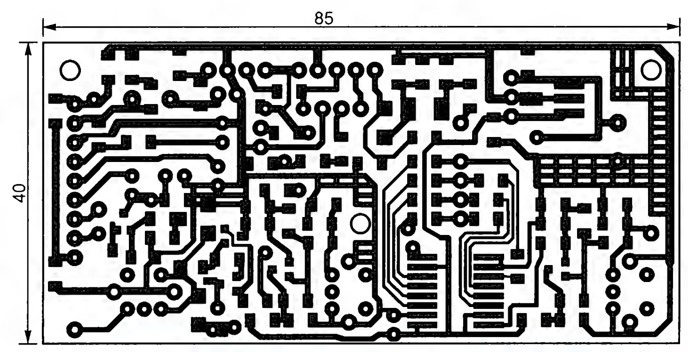
Как и в [3], в качестве контурных были использованы миниатюрные катушки с ферритовыми магнитопроводами в форме гантели, на которые снаружи навинчена регулировочная чашка. Я не стал искать готовые катушки, а перемотал извлечённые из старого АМ-приёмника. Встроенные в них конденсаторы пришлось отпаять или аккуратно разрушить.

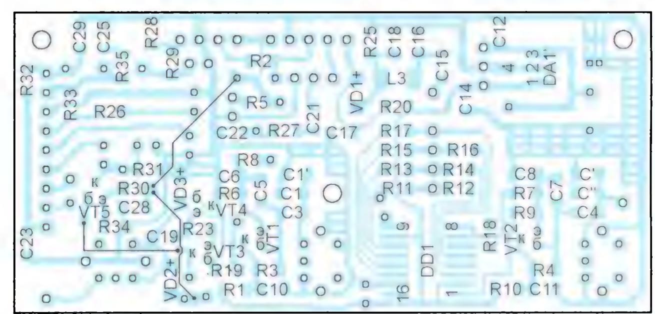
Катушка L1 была изготовлена из катушки с маркировкой T790 15YD Mitsumi и индуктивностью, перестраиваемой в интервале 560...900 мкГн. Отматыванием 35 витков был получен интервал перестройки 260...460 мкГн.

Катушка L2 была изготовлена из катушки с маркировкой T791 14ZD Mitsumi и индуктивностью, перестраиваемой в интервале 560...900 мкГн. С неё тоже были отмотаны 35 витков и получен интервал перестройки 340...490 мкГн, что немного больше, чем у катушки L1, но это можно скомпенсировать увеличением ёмкости конденсатора C1.

Дроссель L3 — любой типоразмера 1206 для поверхностного монтажа с индуктивностью, указанной на схеме.

Катушка L4 была изготовлена из катушки с маркировкой M1710A. Индуктивность её самой большой обмотки перестраивалась в интервале 30...60 мГн. Для получения интервала перестройки 2,7...5,5 мГн её пришлось перемотать полностью тем же проводом. Была измерена собственная резонансная частота получившейся катушки L4. Она оказалась равной 1,45 МГц при полностью вывернутом подстроечнике.





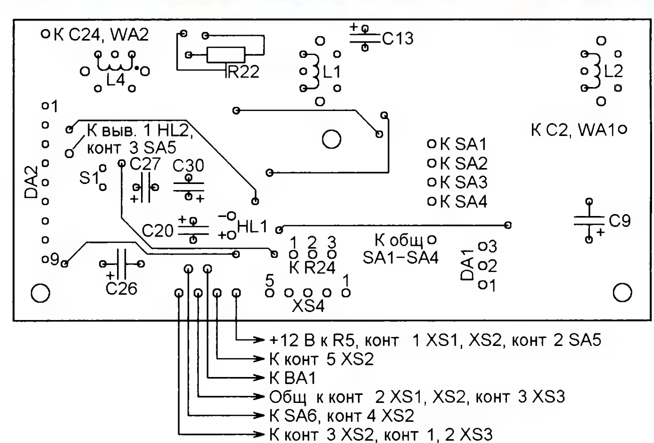


Рис. 6

Намоточные данные катушек сведены в **таблицу**.

Если использовать магнитопровод неизвестного типа, нужно сначала намотать на него пробную обмотку и измерить её индуктивность. Затем удалить пробную и намотать рабочую обмотку с числом витков, отличающимся от числа витков пробной обмотки в корень квадратный раз из отношения индуктивностей необходимой и пробной обмотки. Например, если необходимо увеличить индуктивность в четыре раза, нужно намотать вдвое больше витков.

Катушка	L1, L2	L4
Внутренний диаметр "гантели", мм	2,1	1,6
Высота окна "гантели", мм	2	2,8
Диаметр провода, мм	0,08	0,06
Число витков	135	240

Перед изготовлением печатной платы убедитесь в совпадении отверстий для выводов катушек на плате с расположением и назначением выводов имеющихся или изготовленных катушек. Может потребоваться корректировка платы. Для проверки катушек используйте любой имеющийся измеритель индуктивности.

Из остальных компонентов подойдут практически любые современные транзисторы общего применения с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не меньше 30 В. Интегральный стабилизатор DA1 — маломощный на +9 В. На плате предусмотрено место для установки стабилизатора не только в корпусе TO-220 или TO-92, но и в корпусе для поверхностного монтажа SOT-89. Например, L78L09ABUTR или NJM78L09A. Оно обозначено DA1'. Обратите внимание на различия в номерах и расположении выводов этих стабилизаторов. Конденсаторы C1, C3—C8 должны быть с минимальным ТКЕ. Диоды 1N4148 можно заменить любыми маломощными импульсными общего применения.

Конструкция терменвокса, размещение узлов в его корпусе, а также размеры антенн показаны на **рис. 7**. Корпус инструмента должен быть диэлектрическим (например, фанерным), металлические части и электронные компоненты должны быть, по возможности, удалены от антенн. Сами антенны могут быть изготовлены из любых металлических трубок или прутков круглого сечения. Неточность их размеров компенсируется широким интервалом перестройки катушек L1, L2 и L4.

На пути проводов от антенн к печатной плате расположены переменные конденсаторы C2 и C24 с интервалом перестройки в несколько пикофарад. Они самодельные. Я не стал использовать готовые конденсаторы, желая привнести в конструкцию дух "ретро". Кроме того, сделал их перестройку многооборотной, что облегчило настройку. Ёмкость изменяется при введении подвижной заземлённой металлической пластины П-образной формы размерами 55×60×14 мм под жёсткий провод диаметром 1 мм, соединяющий антенну с платой. Один конец провода соединён с вводом антенны, а другой закреплён на диэлектрической опорной стойке. Воздушный зазор между проводом и пластиной — около 1 мм, а расположение провода "наискосок" даёт плавное изменение ёмкости. Перегиб провода, образующего неподвижную обкладку конденсатора C24, обеспечивает немного большую ёмкость и интервал её изменения, что необходимо для управления громкостью.

Поступательное движение пластины обеспечивает привод с ходовым винтом M4. Его ось расположена на такой высоте, что отогнутые вниз боковины подвижной пластины скользят по дну корпуса с некоторым трением. Все размеры — ориентировочные, отклонения компенсируются широким интервалом подстройки индуктивности катушек L1, L2, L4 и возможностью подгибать провод-статор.

При использовании конденсаторов другой конструкции располагайте их на пути проводов от антенн к печатной плате, которые должны быть как можно короче. Подвижные элементы переменных конденсаторов и их приводы, если они металлические, должны быть соединены с общим проводом терменвокса. Это обеспечит минимизацию паразитных ёмкостей и их неизменность.

На дне корпуса расположены разъёмы XS1, XS2 и узел крепления стойки (треноги), на которой устанавливают терменвокс. В крышке корпуса, напротив катушек L1, L2 и L4, просверлите отверстия под регулировочный инструмент. Они потребуются при финальной настройке терменвокса с закрытой верхней крышкой.

Расположение светодиода HL2 на верхней крышке затруднило бы её снятие. Поэтому он смонтирован внутри корпуса, а в крышку вклеен световод-рассеиватель. Плата прикреплена винтами M3 к металлическим резьбовым втулкам, вклеенным в дно корпуса.



Рис. 7

Антенна высоты тона WA1 сделана съёмной, а антенна громкости WA2 установлена на шарнирах. В качестве материала антенн использована медная трубка диаметром 8 мм. Держатели антенн согнуты в виде буквы Г из стального прутка диаметром 6 мм. Они проходят сквозь деревянные стенки корпуса и зафиксированы в них эпоксидным клеем. Он служит дополнительным изолятором (толщина клеевого шва — около 1 мм). Чтобы клей до застывания не вытекал из швов, в качестве наполнителя использована медицинская вата. Её удобно наматывать на деталь, одновременно нанося на неё клей. Вертикальная часть держателя антенны WA1 установлена под углом 60°.

Конструкция узла крепления стойки должна обеспечивать наклон стороны инструмента, обращённой к исполнителю, на 30° вниз и быструю установку инструмента на стойку, надёжную фиксацию на ней и быстрое снятие.

Фотоснимок инструмента со снятой верхней крышкой показан на **рис. 8**. Встроенная динамическая головка BA1

и выключатель SA6 в этом экземпляре отсутствуют. В центре корпуса осталось место для размещения дополнительных плат. Все органы управления, за исключением переключателя SA1, находятся на передней стенке. Нужно сказать, что из-за наклона корпуса они направлены немного вниз, что, однако, не очень удобно.

В качестве выключателей SA1—SA4 использованы кнопки П2К, из которых удалены пружины и фиксаторы, а на штоки насажены ручки с утолщениями. Вытягивание (в состояние "включено") и утапливание ручек обратно (в состояние "выключено") делают их похожими на переключатели регистров органа.

Налаживание терменвокса состоит из двух стадий — проверки работоспособности узлов, в том числе пределов изменения частоты генераторов, и точной настройки. Потребуются осциллограф и щуп к нему с малой входной ёмкостью.

Сначала подстроечниками катушек L1 и L2 необходимо добиться равенства частоты генераторов, а затем подстроечником катушки L4 настроить резонансную цепь канала громкости на половину этой частоты. Затем потребуется установить подстроечным резистором R22 оптимальный режим работы детектора громкости.

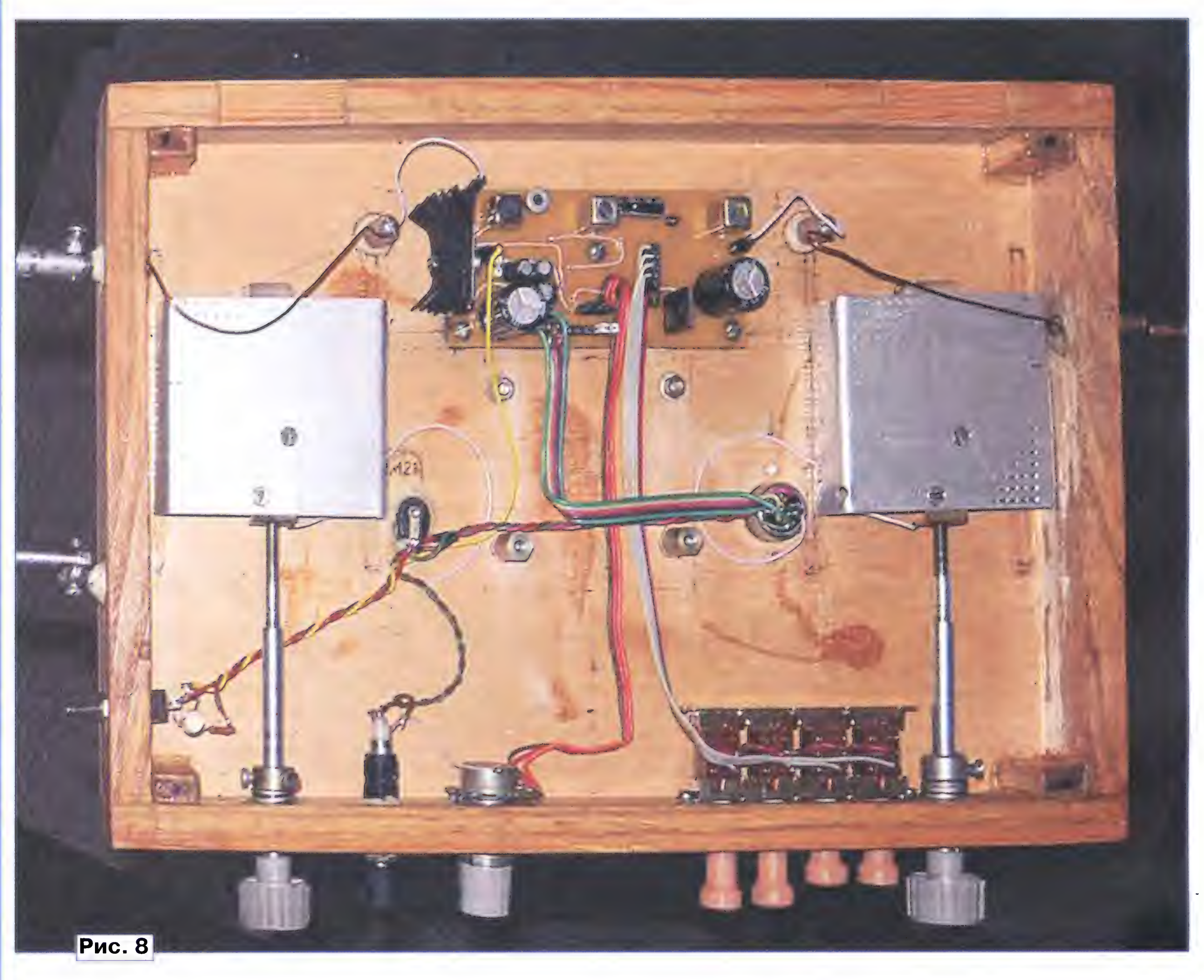
Проверку работоспособности можно производить поэтапно, по мере заполнения печатной платы деталями. После установки интегрального стабилизатора DA1 и связанных с ним конденсаторов подайте на плату напряжение питания 12...15 В и проверьте наличие на выходе стабилизатора напряжения +9 В относительно общего провода. Это напряжение не должно измениться и после установки деталей генераторов на транзисторах VT1, VT2 и микросхемы DD1.

Проверьте форму выходного напряжения генераторов на резисторах R6 и R7. Она должна быть близка к показанной на рис. 4,а. Самое главное, обе осциллограммы должны пересекать уровень +4,5 В (половину напряжения питания микросхемы DD1), а их максимумы превышать этот уровень, по крайней мере, на 1 В. Это обеспечит надёжную работу счётчиков DD1.1 и DD1.2. Средний уровень осциллограмм можно сместить в нужную сторону подборкой резисторов R3 и R4.

Если с уровнями всё нормально, проверьте работу счётчиков-делителей. На всех их выходах (выводах 3—6 и 11—14) должны присутствовать прямоугольные импульсы амплитудой около 9 В.

Частота импульсов на выводе 11 микросхемы DD1 должна регулироваться подстроечником катушки L1 в пределах 670...810 кГц. На её же выводе 3 частота должна быть немного выше — 870...1100 кГц (её регулируют подстроечником катушки L2). Это связано с отсутствием антенны WA1. После подключения антенны интервалы перестройки частоты двух генераторов, если не сравняются, то, по крайней мере, перекроются.

На следующем этапе проверяют работу смесителя. Вместо антенны WA1 и конденсатора C2 подключите их эквивалент — конденсатор ёмкостью 9...10 пФ. Для этого на печатной плате предусмотрены контактные площадки, обозначенные C' и C''. После установки деталей смесителя нужно, временно установив перемычку вместо одного из выключателей SA2—SA4, попытаться подстроечниками катушек L1 и L2 сравнять частоты генераторов, чтобы


Рис. 8

достичь биений, близких к нулевым. Контролируйте их на конденсаторе C17.

Биения с частотой ниже 10 Гц "поймать" довольно трудно из-за острой настройки. Если даже в крайних положениях любого из подстроечников частота биений не доходит до нуля, измените ёмкость конденсатора C1 в ту или иную сторону. На печатной плате предусмотрено место для установки параллельно ему конденсатора C1'. Форма звуковых колебаний должна приблизительно соответствовать показанной на рис. 4,б—рис. 4,г. Осциллограммы будут немного размытыми из-за остатков высокочастотных составляющих. На входе микросхемы DA2 эти остатки подавляет цепь R26C20.

Далее проверьте канал управления громкостью. Подключив вместо антенны WA2 и конденсатора C24 их эквивалент — конденсатор ёмкостью 15...17 пФ, попытайтесь добиться резонанса контура, образованного этим конденсатором и катушкой L4. Щуп-делитель осциллографа подключите к точке соединения катушки с конденсатором C19 и диодами VD2, VD3. Подстроечником этой катушки добейтесь максимума напряжения.

Если резонанса найти не удаётся, попробуйте подстроечником катушки L1 немного изменить частоту. Можно изменить и ёмкость эквивалентного конденсатора, но это значит, что катушку L4 придётся перематывать. Но не паникуйте раньше времени, с подключённой антенной всё, возможно, заработает нормально. Для достижения резонанса можно впоследствии изменить и размеры антенны.

Найдя резонанс и установив подстроечный резистор R22 в положение максимального сопротивления, проверьте напряжение на конденсаторе C27. Оно должно быть около +11 В (почти равно напряжению питания). Уменьшая сопротивление подстроечного резистора, найдите точку, где это напряжение начинает уменьшаться. Если теперь слегка расстроить контур, напряжение на конденсаторе должно упасть до нуля.

Остаётся проверить работу микросхемы DA2. Без сигнала она не должна нагреваться, а постоянное напряжение на выводе 8 должно быть равно половине напряжения питания. Линия на экране осциллографа при наблюдении выходного напряжения должна быть "чистой", что свидетельствует об отсутствии самовозбуждения.

Теперь можно оценить качество звучания, установив перемычки S1, S2 и установив движок переменного резистора R24 в верхнее (по схеме) положение, соответствующее максимальной громкости. Не забудьте и про перемычку вместо одного из выключателей SA2—SA4. Поднесение руки к антенне WA1 моделируют вворачиванием подстроечника катушки L2, а к антенне WA2 — подстроечника L4.

Измерьте частоту на выводе 11 микросхемы DD1 и умножьте её на два — это будет частота образцового генератора на транзисторе VT1. Запишите её где-нибудь на внутренней стенке корпуса инструмента.

Точная настройка повторяет, по сути, манипуляции с катушками L1, L2, L4 и с подстроечным резистором R22, описанные выше. Но печатная плата должна быть установлена в корпус, и к ней подключены антенны.

Полностью соберите инструмент, установите его в рабочее положение (на стойку) и освободите пространство в радиусе около метра вокруг антенн. Установите подвижные пластины конденсаторов переменной ёмкости C2 и C24 в средние положения. Такие, в которых пластины наполовину покрывают проходящие над ними провода. Сначала попробуйте настроить инструмент без верхней крышки.

Частоты, измеренные на выводах 3 и 11 микросхемы DD1, должны быть близки. Добиться нулевых биений можно на слух. Не забудьте только снять перемычку S1, чтобы принудительно открыть канал управления громкостью. Кроме того, следует замкнуть один из выключателей SA2—SA4 и установить переменным резистором R24 максимум громкости. Переключатель SA5 должен быть в верхнем по схеме положении. После этого добейтесь нулевых биений подстроечниками катушек L1 и L2. Если до этого канал громкости был настроен, то воспользуйтесь подстроечником катушки L2.

Канал громкости также можно настроить на слух. Вернув на место перемычку S1, подстроечником катушки L4 найдите по максимуму громкости резонанс цепи антенны WA2 при отведённой от неё руке. На удобство проведения этой процедуры сильно влияет подстроечный резистор R22. При его нулевом введённом сопротивлении ничего слышно не будет, а при максимальном сопротивлении положение пика громкости станет неопределённо-размытым, поскольку детектор громкости войдёт в насыщение.

Поэтому начинать нужно с умеренного значения введённого сопротивления. Найдя резонанс, следует увеличивать сопротивление подстроечного резистора R22 до тех пор, пока громкость не перестанет расти. Далее убедитесь, что приближение руки к антенне WA2 уменьшает громкость до нуля.

Небольшие вариации громкости лучше заметны на экране осциллографа. Ещё удобнее к перемычке S1 подключить вольтметр. При правильной настройке его показания в отсутствие руки должны немного не доходить до напряжения питания и снижаться до нуля при поднесении руки к антенне.

Если подстроечник катушки L4 дошёл до одного из крайних положений, а резонанс ещё не достигнут, можно изменить частоту образцового генератора подстроечником катушки L1, но после этого придётся заново добиваться нулевых биений подстроечником катушки L2. Такая взаимосвязь регулировок — плата за упрощение схемы. В целом нужно стремиться к "вывернутым" положениям подстроечников, поскольку в этом случае будет обеспечена наилучшая температурная стабильность катушек. Поскольку большое влияние на работу терменвокса оказывает положение рук и регулировочного инструмента, описанные процессы носят итерационный характер.

В завершение налаживания следует проверить работу конденсаторов переменной ёмкости C2 и C24. Первый должен сдвигать положение точки нулевых биений, второй — точку максимальной громкости, позволяя установить её на высоте 20...40 см от антенны.

Итак, попытка упростить и улучшить терменвокс оказалась успешной. В нём упразднён генератор канала громкости. Катушки индуктивности имеют меньшее число витков, что снижает трудоёмкость их изготовления, а у катушки канала громкости отсутствует дополнительная обмотка. Полностью устранены негармоничные призвуки. Прикосновение к антенне громкости не создаёт посторонних звуков. Музыкальный диапазон инструмента расширен применением переключателей регистров. Комбинируя положения этих переключателей, можно получать новые тембры. Микросхема AN5265 успешно "вписалась" в звуковой тракт.

Вместе с тем имеются и недостатки. Не очень заметный на практике повышенный температурный дрейф связан с использованием ферритовых магнитопроводов. Но со значительным уменьшением потребной индуктивности катушек появилась возможность делать их без магнитопроводов.

Большая нелинейность музыкальной шкалы вблизи антенны — недостаток, присущий всем терменвоксам без линеаризующей катушки. Переключатель регистров позволяет избежать игры на этом участке. При необходимости генератор канала тона можно переделать и под линеаризующую катушку.

Неустранимая ёмкостная связь между антеннами приводит к биениям в канале громкости, которые трудно отфильтровать из-за того, что их частота лежит в слышимом диапазоне, доходя до инфразвука. И хотя амплитуда этих биений невелика, а частота гармонически связана с основным тоном, они вносят свой, хоть и слабый, вклад в окраску звука.

Всем терменвоксам, даже тем, у которых связь между генераторами искусственно увеличена, свойственен "мёртвый" тембр, который быстро надоедает. Оживить звук на исполнительском уровне помогает использование техники вибрато, но лучший результат достигается подключением внешних спецэффектов (реверберации, придании звуку динамически изменяемых вокальных свойств и пр.). Для преодоления этого недостатка в рассматриваемой конструкции предусмотрен разъём для подключения дополнительных модулей.

От редакции. *Файл печатной платы в формате Sprint Layout 6.0 имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/paradox.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

КИРИЧЕНКО В. Усовершенствованный логический ТТЛ-пробник. — Радио, 1999, № 9, с. 26, 27.

Печатная плата.

Чертёж печатной платы устройства и расположение элементов, кроме кнопочного переключателя SB1, звукоизлучателя HA1 и светодиодов HL1—HL3, приведены на **рис. 1**. Плата рассчитана на установку элементов для монтажа в отверстия. Все резисторы, кроме R4, R5, R17—R22, монтируют перпендикулярно плате. Конденсаторы C2—C4 — керамические, например, К10-17Б, КМ5, КМ6, или импортные. В цепь питания +5 В установлен дополнительный керамический конденсатор C8 ёмкостью 0,1 мкФ.

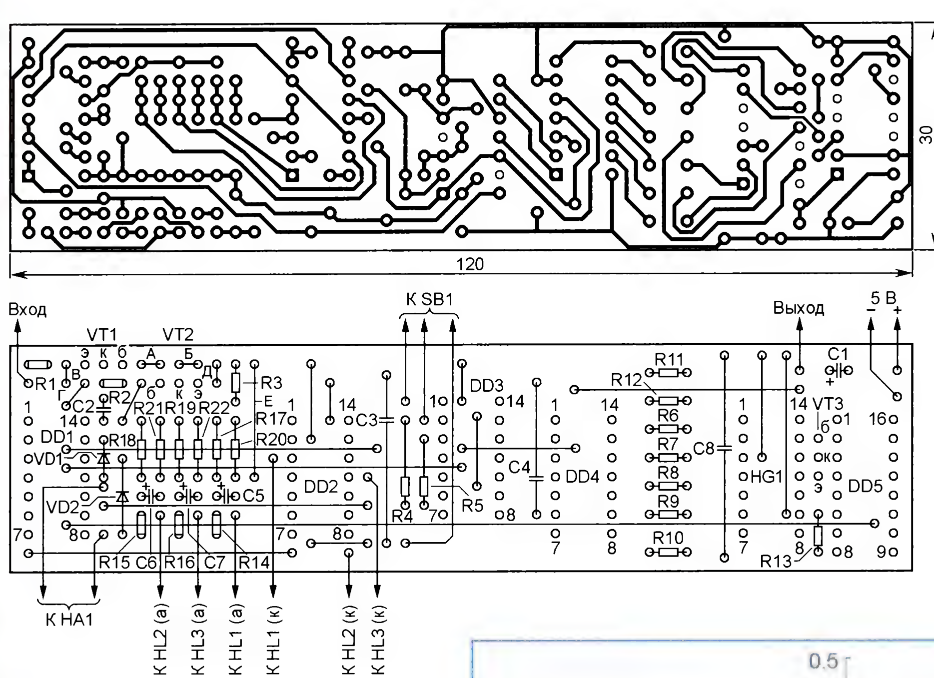


Рис. 1

Перемычки изготовляют из монтажного провода с теплостойкой изоляцией и впаивают на место до установки деталей. Буквами А—Е на левой по чертежу части платы обозначены перемычки, вместо которых для изменения порогов срабатывания щупа устанавливают маломощные германиевые диоды или маломощные Шотки, например BAT-85.

Наш читатель **Снегирёв А.** (г. Санкт-Петербург) разработал вариант печатной платы пробника без проволочных перемычек с двухсторонним расположением дорожек печатных проводников. Чертёж его варианта платы в формате Sprint LayOut 6.0 имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/probnik.zip** на нашем FTP-сервере.

К ЧИТАТЕЛЯМ

Редакция и авторы консультируют только по статьям, опубликованным в журнале "Радио", и исключительно по техническим вопросам, имеющим прямое отношение к тому, о чём в них идёт речь. Консультации даются бесплатно. При отправке письма почтой вложите маркированный конверт с надписанным вашим адресом. Вопросы просим формулировать точнее и писать разборчиво, по каждой статье на отдельном листе. Обязательно укажите название и автора статьи, год, номер и страницу в журнале. Вопросы можно прислать и по электронной почте. Наш адрес: <consult@radio.ru>. В строке "Тема" укажите название статьи или номер журнала, в котором она опубликована (например: РАДИО 7-2018).

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ДЕМЬЯНОВ А. Акустическая система "SEVINA" (VERNA 50A-003). — Радио, 2015, № 2, с. 7—11.

О ширине окна под ВЧ-головку.

На чертеже АС (рис. 3 в статье) неправильно указана ширина окна под ВЧ-головку VISATON — 82 мм. Ширина окна должна быть 62 мм.

ФИЛАТОВ К. Стереозапись с всенаправленными микрофонами. — Радио, 2018, № 4, с. 10—14.

О графиках на рис. 6,г.

*Графические зависимости, представленные в статье на рис. 6,г, ошибочно продублированы с рис. 6,в. Графики рис. 6,г приведены на **рис. 2**. Они отражают увеличение задержки сигналов в экранируемых диском микрофонах рекордера. По аналогии с обычным диском Джеклина, разделяющим два микрофона, разрезной диск на рекордере существенно увеличивает время задержки, в результате уже на средних частотах проявляется стереоэффект и улучшается локализация источников звучания.*

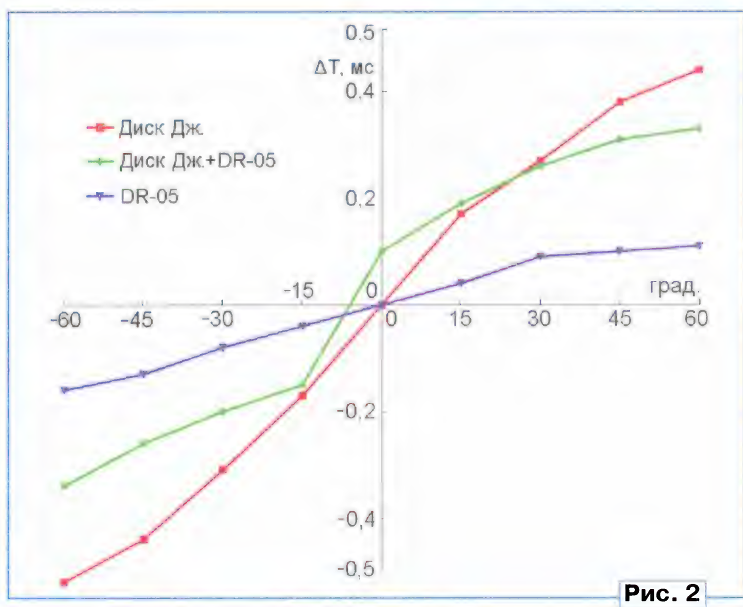


Рис. 2



YL-OM CONTEST 2018 — ИТОГИ

В соревнованиях **YL-OM CONTEST**, ежегодно проводимых редакцией журнала "Радио" в начале марта, участниц не так уж много, но эти соревнования поддерживают интерес у представительниц прекрасного пола к увлечению радиоспортом.



Виктория Харченко.

Лучшей в соревнованиях этого года в группе "YL радиостанции с одним оператором" была Виктория Харченко, которая работала позывным RD8U с коллективной радиостанции МБОУ ДО Центра детского творчества из пгт Яя Кемеровской обл. Её тренирует Виктор Александрович Сидельцев (RZ9UF). На второе место в этой группе вышла Ирина Черная (RU3XY) из г. Обнинска Калужской обл., а на третье — Азалия Фаттахова (оператор RZ4PXO, тренер Ринат Фахразеевич Валеев — UA4PIE) из г. Азнакаево, Республика Татарстан.

В группе "YL радиостанции с несколькими операторами" на первом месте — коллективная радиостанция UN8LWZ средней школы № 11 г. Костанай, Казахстан (тренер Анатолий Дмитриевич Ефанов, UN9LA), в которую входили Дильназ Кушекова, Индира Бердикул и Аяжан Салимова. Второе место заняла команда радиостанции RO9T СЮТ г. Орска Оренбургской обл. в составе Екатерины Мананниковой (UB8SEE), Ксении Полухиной (UB8SED) и Ксении Цепковой, тренер — Александр Сергеевич Лёвочкин (RA9SSM). Третье место в этой группе заняла команда радиостанции R6CF радиоклуба "Планета" Центра дополнительного образования "Радуга" ст. Брюховецкой Краснодарского края. Её операторами были Софья Размета и Екатерина Ратушняя. Тренирует команду Александр Фёдорович Соломко (RX6CA).

Хорошую поддержку женским группам участниц оказали мужчины — их было (по присланным отчётам) около 50 спортсменов. В группе "OM один оператор" наиболее активным был Сергей Сиберт (RN9N) из г. Омска. А в группе "OM несколько операторов" хорошо выступил коллектив радиостанции RK1M в составе Олега Стрибного (RD1A) и Александра Прошина (R1A-330) из г. Санкт-Петербурга.



Команда коллективной радиостанции UN8LWZ.

Памятными плакетками журнала "Радио" отмечены Виктория Харченко и команда радиостанции UN8LWZ. Все YL и лидеры в группе OM получат памятные контест-дипломы.

Мы благодарим всех, кто принял участие в этих соревнованиях и прислал отчёт. Отдельное спасибо OM, которые своим участием в них поддержали YL!

Результаты всех участников соревнований **YL-OM CONTEST 2018** по зачётным группам приведены в **таблице** (место, позывной, результат).

SINGLE-OP YL

1	RD8U	64
2	RU3XY	54
3	RZ4PXO	47
4	RK3VA	41
5	R9SXX	38
6	UD3D	36
7	UB9WFL	29
8	UB3XAV	27
9	RD3QG	24
10	RZ9UWZ	23
11	RA0UAC/8	23
12	RY4A	21
13	RU3QM	20
14	RA4FMH	12
15	UA6ADC/N	7

MULTI-OP YL

1	UN8LWZ	79
2	RO9T	57
3	R6CF	52
4	RT5G	50
5	RM3X	41
6	RK9CYA	39
7	RC9FC	36
8	RO7C	30
9	RK3DXW	27
10	UD6AAO	26
11	R3MAI	20
12	RK3SAI	16

SINGLE-OP OM

1	RN9N	33
2	RL4A	33
3	RM4HZ	24
4	UA9SMU	22
5	RT7C	20
6	RA4DR	20
7	RN4SC	17
8	UX3IT	17
9	UD3SBR	17
10	RA9JBA	17
11	RA3NC	15
12	RK9AY	15
13	R4YY	15
14	RZ9UO	13
15	RX3VF	13
16	RW3AI	13
17	RW3XZ	13
18	RN3YA	12
19	RN4HAB	12
20	R2GB	11
21	UN7ZZ	11
22	RA0UJ	11
23	RV6ACC	10
24	RK3NWA	10
25	UC5D	10
26	RA3VFF	9
27	RC8SA	8
28	RW3X	8
29	R3OR	8
30	UA3VLO	7
31	EU8F	7
32	RA3XCZ	6
33	EU6DX	6
34	RV3VR	5
35	R8WO	5
36	R2EL	4
37	RC7LK	3
38	R3LC	3
39	EU6AA	2
40	R1QE	2
41	RA0AY	2
42	RD1T	2
43	UA3DCE	1
44	RK9AK	1
45	UA3DER	0
46	RA3DQP	0

MULTI-OP OM

1	RK1M	27
2	RY4F	13
3	RK3ZWZ	13

CHECKLOG

1	UT7LW	8
2	UT0LWD	7
3	R4PCI	1
4	RA3XGA	1



Российским радиолюбителям выделены полосы радиочастот на следующие 10 лет



Игорь ГРИГОРЬЕВ (RV3DA), г. Коломна Московской обл.

Начиная с весны 2017 г. Союз радиолюбителей России совместно с ФГУП "ГРЧЦ" вёл работу над проектом новой редакции Решения ГКРЧ от 15 июля 2010 г. №10-07-01 "О выделении полос радиочастот для радиоэлектронных средств любительской и любительской спутниковой служб", которым российским радиолюбителям планировалось выделить полосы радиочастот на очередной десятилетний срок. Основой новой редакции Решения явилась Рекомендация МСЭ-R M.1732-2 "Характеристики систем, работающих в любительской и любительской спутниковой службах, в целях применения в исследованиях по совместному использованию радиочастот", в разработке которой Союз радиолюбителей также принял непосредственное участие.

17 апреля 2018 г. эта работа завершилась принятием Решения, которое немедленно вступило в силу и будет действовать до 1 апреля 2028 г.

Текст Решения явился компромиссом между предложениями СРР и позицией ряда служб и ведомств, занявших консервативную позицию по ряду вопросов.

Главная задача, решаемая настоящим Решением, состоит в обеспечении электромагнитной совместимости РЭС любительской (любительской спутниковой) службы с РЭС других служб, совместно использующих одни и те же полосы радиочастот. При этом Администрация связи России решительно отказывается от какого-либо регулирования, являющегося, с её точки зрения, избыточным и не служащим для обеспечения электромагнитной совместимости. Из текста Решения изъяты все "чисто радиолюбительские" сведения, рекомендации и т. п. Таким образом, Решение окончательно перестало быть справочником.

Вопросы использования конкретного вида работы в той или иной полосе радиочастот, определения вызывных радиочастот и центров активности, полос радиочастот для соревнований и DX-окон теперь регулируются только на уровне общественных организаций радиолюбителей. При этом в Решении есть прямая ссылка на необходимость придерживаться частотного плана Международного союза радиолюбителей в районе 1 (IARU-R1), в котором указаны все частоты для целей, перечисленных выше.

Разумеется, частотный план IARU-R1 не может быть применён в России в неизменном виде. Он должен применяться с учётом нормативной базы Российской Федерации в сфере связи. Такой национальный частотный план, в котором учтены одновременно рекомендации IARU-R1 и нормативная база Российской Федерации в сфере связи, опубликован на сайте СРР в разделе "Радиочастоты".

Непривычная, на первый взгляд, структура Решения — результат следования структуре Рекомендации МСЭ-R M.1732-2, в которой записи об использовании полос радиочастот сгруппированы по способам их использования (технологиям). Напомним о том, что Рекомендация МСЭ-R M.1732-2 является основанием для установления технических требований к любительским радиостанциям при выделении им полос радиочастот.

Остановимся на том, каких преференций удалось добиться для российских радиолюбителей, а каких — нет.

Начнём с того, что не удалось.

Не удалось добиться выделения полос радиочастот 5351,5...5366,5 кГц и 50,08...50,28 МГц. Против выделения первой полосы выступили силовые структуры, и надежды на изменение их позиции в ближайшее время крайне низки. Что касается полосы 50,08...50,28 МГц, то здесь шансов гораздо больше, но требуются определённое время и усилия. Необходимо пройти весь путь от распределения указанной полосы (либо более широкой) любительской службе в районе 1 МСЭ на Всемирной радиоконференции в 2019 г., добиться внесения этой

полосы в Таблицу распределения радиочастот между радиослужбами Российской Федерации (ТРПЧ), а только затем — в Решение ГКРЧ. Работа по этому направлению ведётся в полном объёме.

А теперь о более приятном.

1. Удалось установить срок действия Решения до 1 апреля 2028 г. Таким образом, полосы радиочастот выделены радиолюбителям на очередные десять лет.

2. Удалось согласовать использование и определить полосы радиочастот в диапазоне 70 см для ретрансляторов с разносом приём—передача 7,6 МГц, а также одночастотных ретрансляторов в диапазонах 2 метра, 70 см и 23 см.

3. Для ретрансляторов теперь разрешены все виды модуляции, включая все цифровые виды.

4. Удалось увеличить предельную мощность любительских станций, проводящих радиосвязи друг с другом с использованием Луны в качестве пассивного ретранслятора (EME). На диапазонах 2 метра и 70 см она теперь составляет 1500 Вт.

В ходе согласования Решения в различных инстанциях была предпринята попытка ограничить максимальную мощность любительских радиостанций значением 100 Вт. При этом из таблицы распределения мощностей по категориям была изъята строка с записью о первой категории и мощности 1000 Вт. Первая и вторая категории при этом были объединены. В дальнейшем удалось восстановить максимальную мощность 1000 Вт, но без изменения структуры документа. Так, благодаря чисто бюрократическому процессу согласования, радиолюбители со второй категорией получили право использовать радиостанции такой же мощности, как и с первой.

Союз радиолюбителей России продолжает совместно с Администрацией связи России работать над нормативной базой любительской службы. При этом проекты всех актов уже на этапе их подготовки публикуются на сайте СРР в разделе "Проекты нормативных актов".

Простая доработка радиоприёмника Р-309

Сергей БЕЛЕНЕЦКИЙ (US5MSQ), г. Киев, Украина

Радиоприёмник Р-309 — одна из последних ламповых разработок советской оборонной промышленности. Его удачная схема очень хорошо продумана, и её можно назвать классикой схемотехники на стержневых лампах. А чего стоит добротная механика... Такое вот "чудо" разработали харьковские профессионалы!

Когда, наконец, сбылась моя мечта, я стал обладателем такого приёмника в хорошем косметическом и техническом состоянии. Разумеется, сразу решил устроить прослушивание, подключил антенну и получил, что называется, лёгкий шок и сильное разочарование от этого громко шумящего "примуса", работающего в режиме АРУ с сильнейшими искажениями настолько, что слушать эту какофонию не только на головные телефоны, но и на динамик нет никакой возможности. Речь идёт о НЧ-диапазонах 160, 80, 40 и 20 метров.

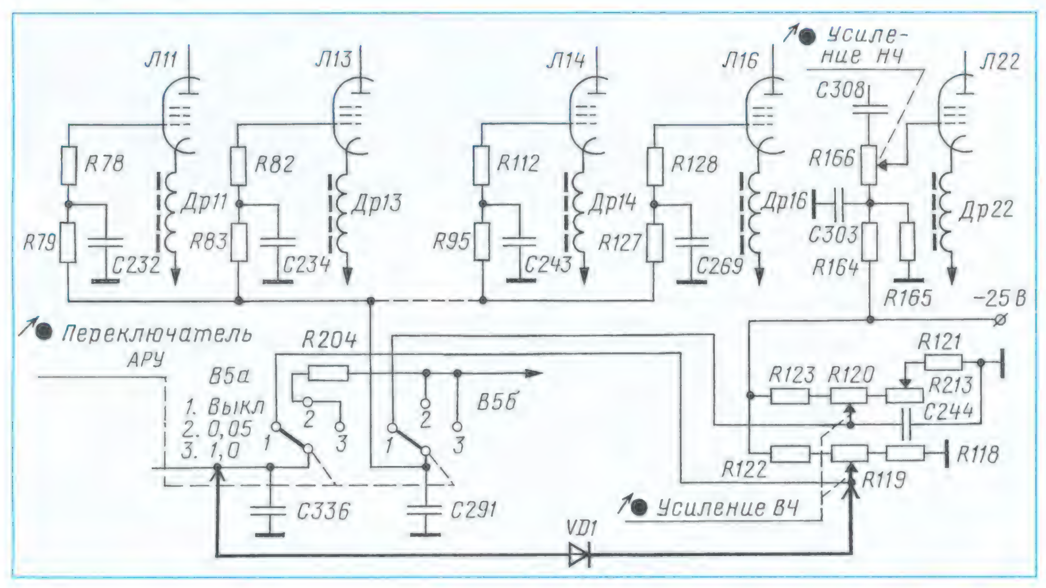
Причём в режиме РРУ, благодаря глубокой регулировке, можно подобрать оптимальное усиление для работы с любой антенной и получить мягкое, вполне комфортное звучание. Но как только включаешь АРУ (РРУ при этом не работает), шумы полностью забивают сигнал. Даже на слух ощущаешь, что смесительный детектор работает с сильнейшей перегрузкой, отсюда и чудовищные искажения SSB.

Короче, пришлось приёмник доработать: устранить перегрузку детектора SSB и ввести РРУ в режиме АРУ. Доработки просты, но при этом достаточно эффективны. Они не требуют вмешательства в работу основных блоков, а поэтому после их проведения не требуется никакая инструментальная подстройка аппарата.

Перегрузка детектора SSB вызвана тем, что при включении режима АРУ на него подаётся чрезмерно большой сигнал (порядка нескольких вольт). К сожалению, этот уровень оптимальный для АМ-детектора и специально задан в детекторе АРУ введением в него закрывающего напряжения (амплитудной задержки). Раз нам важна хорошая работа приёмника и при АМ, настройку АРУ трогать не будем. Просто уменьшим уровень поступающего на детектор SSB сигнала в 15 раз (в принципе, при сохранении чувствительности можно было бы и больше, но тогда будет заметная разница в громкости при переключении AM/SSB).

Для этого надо подключить вход детектора SSB к штатному выходу ПЧ2, сняв блок ПЧ (по инструкции), и на разъёме РГ1 (нумерация соответствует электронному варианту документации, выложенной в Интернете) перепаять провод с контакта 0С на контакт 6В. Чтобы исключить даже небольшую расстройку контуров на катушках индуктивности L103, L104, возникающую из-за отключения длинного экранированного провода, к освободившемуся контакту 0С припаиваем компенсирующий конденсатор ёмкостью 62 пФ. Это монтажная ёмкость отсоединённого от контакта 0С экранированного провода измерена цифровым LC-метром.

Обеспечить возможность РРУ в режиме АРУ (при полном сохранении работоспособности последней) поможет маломощный кремниевый диод VD1 (1N4148, КД521А и т. п.), включённый между движком переменного резистора R119 (см. **рисунок**) и переключающим (центральным) контактом переключателя В5а (в точке подпайки С336). Доступ к точкам подпайки диода есть без разборки приёмника, в окошке шасси.



Вот теперь приёмник заработал так, как должен работать хороший ламповый приёмник — мягко и комфортно. И оказывается, в отличие от распространённого мнения, он совсем не шумный — если, исходя из условий приёма, правильно выбирать регулятором ручного усиления его $K_{ус}$.

Радиоприём КВ-диапазонов с помощью УКВ USB-тюнера

Алексей СМИРНОВ (RV6LML), г. Таганрог Ростовской обл.

В последние несколько лет у любителей слушать эфир и, в частности, у радиолюбителей-наблюдателей (SWL) стали популярными промышленные телевизионные FM+DVB-T USB-приёмники для компьютеров (далее — USB-тюнеры), использующие контроллеры Realtek RTL2832U и тюнеры Rafael Micro R820T [1].

Эти USB-тюнеры, помимо своих основных функций — приёма каналов TV и FM-вещания, и при условии установки на ПК соответствующего программного обеспечения для SDR (например, программы HDSDR [2]) и специального драйвера Zadig [3], позволяют принимать радиосигналы с разными видами модуляции в диапазоне частот от 24 до 1750 МГц. В этот интервал попадает гражданский (Си-Би) диапазон 27 МГц и любительские диапазоны 24,89...25,14 МГц, 28...29,7 МГц, 144...146, 430...440 МГц, а также безлицензионный PMR-диапазон — 446,006...446,093 МГц.

Выполнив рекомендации по установке программного обеспечения, подробно изложенные на сайте (см. [1]), можно подключить к тюнеру наружную широкополосную телевизионную антенну и попытаться принять, к примеру, сигналы радиолюбительских радиостанций, работающих через репитеры на диапазонах 144...146 и 430...440 МГц. Оживают эти диапазоны, как правило, только во время дальнего прохождения радиоволн (довольно редкого явления для УКВ) или же проведения каких-либо мероприятий по радиоспорту.

Избирательность тюнера невысока, так как его задача — обеспечить приём сигналов в широкой полосе частот, и на его входе нет диапазонных фильтров. Это заметно сказывается при близком расположении от приёмной антенны передающих станций теле- и радиовещания. Качество приёма может улучшиться, если подключить к входу тюнера промышленный телевизионный фильтр для сложения метровых и дециметровых волн, а точнее его часть, соответствующую принимаемому диапазону частот. Значительно же улучшить селективность поможет только установка дополнительного диапазонного полосового фильтра на соответствующие частоты УКВ-диапазона.

Дальность и качество приёма также зависят от антенны. Можно применить простую диапазонную антенну с вертикальной поляризацией, например, самодельную GP 1/4λ с противовесами (для любительского диапазона 10 метров высота вибратора — 2,6 м), установленную над крышей дома и подключённую к тюнеру коаксиальным кабелем, или полуволновый диполь с лучами длиной по 2,6 м и со снижением, выполненным также коаксиальным кабелем.

Ослабить помехи от УКВ-передатчиков поможет фильтр нижних частот с частотой среза 30 МГц, изготовленный по схеме, приведённой на **рис. 1**, и подключённый к входу тюнера. Катушки фильтра L1 и L2 — бескаркасные, намотаны виток к витку проводом ПЭВ-2 0,35 на оправке диаметром 5 мм и содержат по девять витков. Фильтр смонтирован в экранированном корпусе и снабжён подходящими ВЧ-разъёмами (например, СР-50, BNC, SMA-разъёмы). К тюнеру фильтр подключают коаксиальным кабелем длиной не более 0,3 м.

Рис. 1

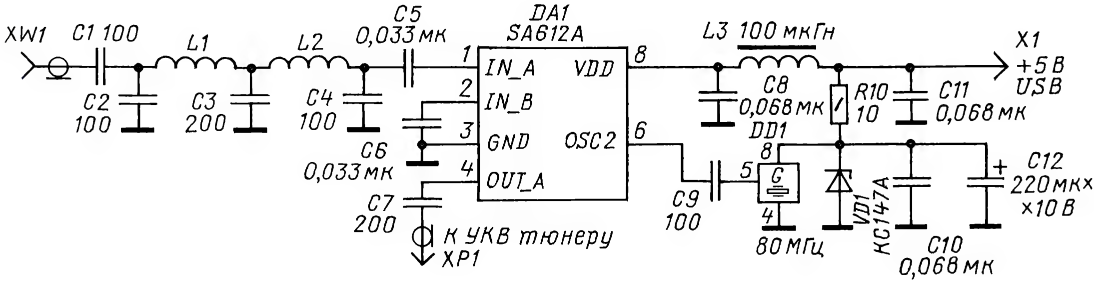


Рис. 2

С наружной диапазонной антенной и ФНЧ на входе автору удавалось принимать слабые SSB-сигналы удалённых станций в районе частоты 28,5 МГц и сигналы с FM-, AM-модуляцией диапазона 27 МГц. Но и на волнах 10...11 метров дальнее прохождение радиоволн — явление не регулярное, а радионаблюдателей интересует уверенный приём сигналов дальних станций из других стран, городов и областей.

Более-менее стабильно прохождение на низкочастотных коротковолновых диапазонах, но сам по себе этот USB-тюнер не способен принимать столь низкие частоты — ему требуется приставка-конвертер. На **рис. 2** приведена принципиальная схема однодиапазонного конвертера для приёма любительских радиостанций в диапазоне 7...7,2 МГц, а также расположенного рядом и представляющего не меньший интерес радиовещательного диапазона 7,2...7,5 МГц с AM-модуляцией.

Сигнал от антенны поступает на вход XW1 и далее, через фильтр нижних частот L1L2C2—C4, ослабляющий частоты выше 30 МГц, — на вывод 1 микросхемы DA1 — SA612A, на которой выполнен преобразователь частоты [4]. На вывод 6 микросхемы подаётся сигнал от внешнего гетеродина — кварцевого генератора с частотой 80 МГц на микросхеме DD1. Частота входного сигнала суммируется (или вычитается) с сигналом гетеродина и с вывода 4 микросхемы DA1 подаётся по коаксиальному кабелю минимальной длины на вход USB-тюнера.

Тюнер с помощью специализированного SDR программного обеспечения принимает сигнал на частоте, равной частоте КВ-диапазона в сумме с частотой кварцевого генератора. В этом случае в интерфейсе SDR-программы SSB-сигнал с частотой 7,1 МГц будет "наблюдаться" на частоте 87,1 (или 72,9) МГц.

Частоту кварцевого генератора следует выбирать из расчёта свободных в вашем населённом пункте частот теле- и радиовещания. При использовании кварцевого генератора 100 МГц и при вещании на частоте 103,6 МГц поблизости могут присутствовать помехи приёму частоты 3,6 МГц коротковолнового диапазона. Если ближе 10 км от вашей антенны нет передатчиков метрового диапазона ТВ или УКВ, FM-радиовещания, можно применить кварцевый генератор с частотой от 45 до 125 МГц и выходным напряжением 100...300 мВ синусоидальной формы.

Питается конвертер стабилизированным напряжением +5 В. Если USB-порт компьютера обеспечивает это напряжение без шумов и пульсаций, стабилитрон VD1 (4,7 В) можно не устанавливать.

Конвертер смонтирован на макетной плате. Выводы деталей имеют минимальную длину. Радиоприёмное устройство, состоящее из ФНЧ, конвертера и USB-тюнера, монтируют в корпусе с экранированными отсеками. Корпус спаян из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита.

Для наблюдений требуется наружная полноразмерная антенна 40-метрового любительского диапазона, например, полуволновый диполь с лучами длиной 10 м или классический "чет-

вертьволновый луч" — провод длиной 10 м, расположенный снаружи здания на удалении от крупных предметов и электрических линий.

С компьютером приёмник соединён USB-кабелем длиной не более одного метра. Для снижения возможных помех от USB-порта компьютера можно намотать 3...4 витка кабеля на кольцевой ферритовый магнитопровод большой проницаемости подходящего диаметра.

Подавление внеполосных помех и качественный радиоприём в условиях города обеспечит диапазонный фильтр с полосой частот 7,0...7,5 МГц (**рис. 3**), включённый между антенной и конвертером. Катушки полосового фильтра L1 и L2 намотаны виток к витку проводом ПЭВ-2 0,25 на каркасах диаметром 8 мм с карбонильными подстроечниками (от телевизионных приёмников). Число витков — 18, отвод от 4-го витка, считая от вывода, соединённого с общим проводом.

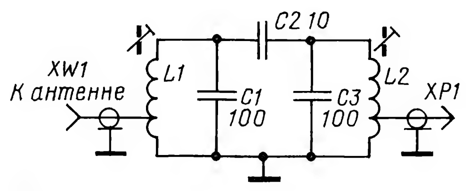


Рис. 3

дом. ДПФ также смонтирован в корпусе из фольгированного стеклотекстолита.

При желании вы можете изготовить ДПФ и кварцевый генератор на другой любительский коротковолновый диапазон, посмотрев данные и расчёты в описаниях любительских КВ-радиоприёмников и трансиверов, или построить многодиапазонный вариант конвертера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиосканер, SDR-приёмник из USB ТВ-тюнера RTL-SDR FM+DAB DVB-T. — URL: **http://radiolubitel.net/index.php/obzory-ustrojstv/341-radioskaner-sdr-priemnik-iz-usb-tv-tyunera-rtl2832u-r820t** (10.06.2018).

2. HDSDR — High Definition Software Defined Radio. — URL: **http://www.hdsdr.de/** (10.06.2018).

3. USB driver installation made easy. — URL: **https://zadig.akeo.ie/** (10.06.2018).

4. Двойной балансный смеситель SA612A. — Радио, 2004, № 4, с. 48, 49.

Компьютерный интерфейс для Yaesu

Сергей СМИРНОВ (R2IN), д. Игнатово Тверской обл.

Многие радиолюбители используют цифровые виды связи обмена информацией, позволяющие проводить дальние QSO, работая с малой мощностью и с простыми антеннами. Некоторые из них сталкиваются с проблемой соединения трансивера с компьютером. Соединяющее их устройство (обычно называемое интерфейсом) должно быть простым в изготовлении, однако обязательно обеспечивать гальваническую развязку между компьютером и трансивером, необходимую для электробезопасности и уменьшения наводок.

Приобретение интерфейса промышленного производства весьма затратно, поэтому в статье предложен его простой и доступный для повторения вариант, работающий с радиостанциями и трансиверами Yaesu и не уступающий по характеристикам промышленным аналогам.

Этот интерфейс позволяет соединить трансивер с разъёмом USB компьютера и, используя соответствующее программное обеспечение и звуковую карту компьютера, работать цифровыми видами связи PSK, RTTY, JT65/9, FT8 и др. Возможна работа CW с помощью компьютера, что особенно удобно в соревнованиях. Программа аппаратного журнала может через этот интерфейс управлять трансивером и считывать из него точное значение рабочей частоты и вид модуляции.

Интерфейс подходит для большинства трансиверов Yaesu. Информационные сигналы интерфейса CAT бывают выведены на их разъёмы в одном из двух вариантов. В первом случае они имеют стандартные, согласно спецификации RS-232, уровни (+12 В — лог. 0, −12 В — лог. 1). Во втором случае уровни интерфейсных сигналов трансивера совместимы с характерными для микросхем ТТЛ. Логически оба варианта эквивалентны.

Трансиверы Yaesu различаются и типами разъёмов, поэтому для соединения конкретного трансивера с описываемым устройством придётся изготовить специальный кабель. Рекомендации по изготовлению такого кабеля будут приведены далее.

Предлагаемый интерфейс отличается от многих других его вариантов [1—3] тем, что обеспечивает полную гальваническую развязку между компьютером и трансивером. Это гарантирует электробезопасность и снижает риск наводок на компьютер, которые могут приводить к его сбоям и даже отказам.

В устройстве применены только современные доступные комплектующие с межвыводным расстоянием не менее 1,27 мм, что позволяет легко изготовить и смонтировать печатную плату для него в домашних условиях. Максимально использованы компоненты для поверхностного монтажа, что снижает трудоёмкость изготовления, так как не нужно сверлить множество отверстий. Печатные проводники находятся только на одной стороне монтажной платы интерфейса, что облегчает её изготовление.

Для взаимного преобразования интерфейсов USB 2.0 и UART (универсального асинхронного приёмопередатчика с уровнями ТТЛ) применена микросхема CH340G [4]. Появилась она относительно недавно, но уже завоевала популярность, прежде всего, благодаря низкой цене и удобному для монтажа корпусу. Раньше для этого применяли преимущественно функционально аналогичные микросхемы FT232, FT2232, CP2102 в корпусах QFP, QFN или SSOP, имеющих много (обычно более 20) выводов, тогда как у микросхемы CH340G всего 16 выводов и корпус SOIC. К тому же она в несколько раз дешевле указанных.

Схема интерфейса изображена на **рис. 1**. С выводов микросхемы DD1 CH340G информационные сигналы от компьютера и к нему, в случае связи с трансивером по интерфейсу RS-232, проходят через цифровой изолятор U4 ADuM1201 [5], обеспечивающий напряжение изоляции 2,5 кВ, и микросхему DD2 MAX232ACSE [6], преобразующую уровни ТТЛ в уровни RS-232, и обратно.

При работе с трансивером, информационные входы и выходы которого имеют уровни ТТЛ, сигналы идут в обход микросхемы DD2 и преобразованию уровней не подвергаются. Необходимый вариант выбирают съёмными перемычками S1—S7. Для RS-232 должны быть установлены перемычки S1—S3, S6 и S7, а для ТТЛ — перемычки S4 и S5.

Операционная система компьютера, обнаружив подключённую к его USB-порту микросхему CH340G, создаёт виртуальный COM-порт, через который в дальнейшем и ведут обмен с трансивером запущенные на компьютере прикладные программы. Правда, для этого нужно, чтобы в компьютере с операционной системой Windows был установлен программный драйвер CH340SER.EXE, который можно найти на странице **http://www.wch.cn/download/CH341SER_EXE.html** (22.04.2018) в Интернете. На том же сайте имеются аналогичные драйверы и для других операционных систем.

Кварцевый резонатор ZQ1 задаёт тактовую частоту 12 МГц для микросхемы DD1.

Для перевода трансивера сигналом PTT в режим передачи, а также для его телеграфной манипуляции сигналом CW выходы $\overline{RTS}$ и $\overline{DTR}$ микросхемы DD1 через оптроны U2 и U3 PC817 [7] соединены с электронными ключами на транзисторах VT1 и VT2

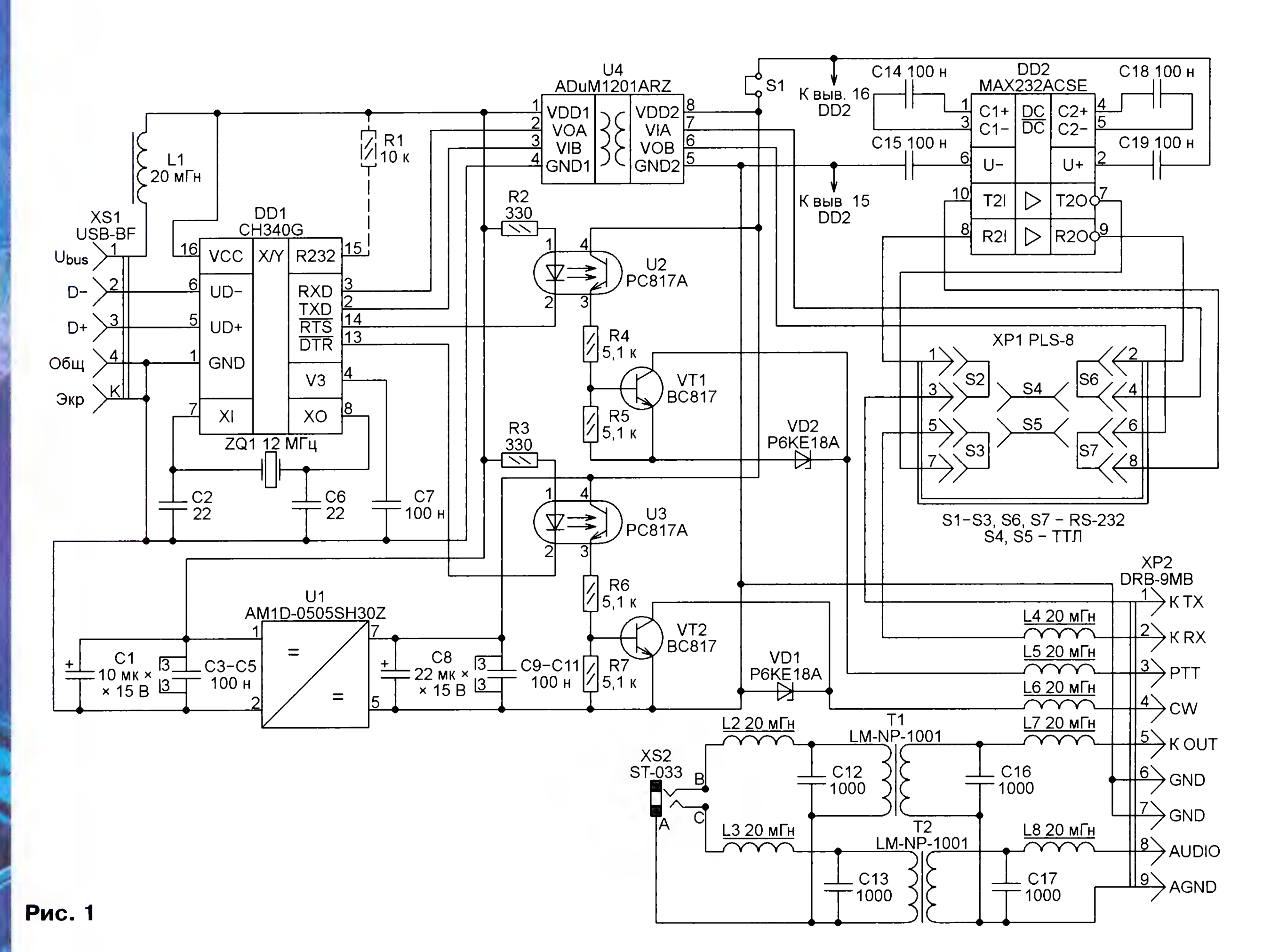


Рис. 1

ВС817 [8], которые и управляют соответствующими цепями трансивера. Защитные диоды VD1 и VD2 P6KE18A [9] предохраняют транзисторы от выбросов напряжения амплитудой более 18 В.

Обратите внимание, если сигнал PTT подать на вход трансивера, называемый DATA PTT, то переходить на передачу по команде компьютера трансивер будет только в том случае, если в нём выбран цифровой вид связи.

Устройство питается напряжением 5 В, поступающим с разъёма USB компьютера на разъём XS1. Гальваническую развязку по питанию обеспечивает изолирующий преобразователь напряжения U1 AM1D-0505SH30Z [10]. Его выходное напряжение — 5 В при токе нагрузки до 200 мА. Напряжение изоляции — 3 кВ.

Для развязки звуковых сигналов в обоих направлениях применены согласующие трансформаторы T1 и T2 LM-NP-1001 [11] с импедансом 600 Ом на частоте 1 кГц, работающие в частотном интервале от 200 Гц до 3,5 кГц. Сопротивление обмоток постоянному току — 66 Ом. Постоянное напряжение изоляции — 6,5 кВ.

На гнездо XS2 выведены как входной, так и выходной сигналы для звуковой карты компьютера. Дроссели L1—L8 подавляют электромагнитные наводки при работе трансивера в режиме передачи.

Размеры и форма печатной платы интерфейса (**рис. 2**) выбраны исходя из её установки в алюминиевый корпус G106 [12] с внешними размерами 115×65×30 мм. В случае заводского изготовления платы необходимо в заказе делать пометку: "Не закрывать маской межслойные переходы".

Монтаж следует выполнять с соблюдением мер антистатической защиты. Резистор R1 для работы с трансиверами Yaesu не требуется, поэтому устанавливать его на плату не нужно. При этом вывод 15 микросхемы DD1 останется свободным. Однако некоторым другим трансиверам требуются информационные сигналы, логические уровни которых проинвертированы. Чтобы включить в микросхеме CH340G инверсию, резистор R1 следует установить на отведённое ему на плате место.

Для крепления платы в корпусе необходимо в его предназначенных для этого отверстиях нарезать резьбу М3 и ввернуть туда стойки высотой 11 мм также с резьбовыми отверстиями. В корпусе должны быть сделаны вырезы для разъёмов XS1, XP2 и отверстие для гнезда XS2. Он не должен быть соединён с какими-либо цепями платы, а корпусы всех разъёмов должны быть от него надёжно изолированы.

Микросхема CH340G прямых аналогов не имеет. Немного изменив схему и плату, можно применить вместо неё, например, FT232RL или CP2102. Если CW-манипуляция и PTT не требуются (большинство трансиверов могут переходить на передачу по CAT-команде), стоит обратить внимание на микросхему PL2303SA [13] в корпусе SOP-8, при этом из интерфейса можно исключить оптроны U2 и U3, транзисторы VT1 и VT2, диоды VD1 и VD2, резисторы R2—R7 и дроссели L5 и L6.

Микросхема MAX232ACSE имеет много аналогов. Это, например, ST232CDR, MAX202ECSE, ADM202JRN. Обратите внимание, что в случае применения микросхемы MAX232CSE (без индекса A) и некоторых других аналогов нужно увеличить ёмкость конденсаторов C14, C15, C18, C19 до 1 мкФ.

Первая буква в индексе цифрового изолятора ADuM1201ARZ показывает максимальную скорость передачи информации через него и в рассматриваемом случае может быть любой. Вместо него подойдёт изолятор ISO7221AD [14], но под него придётся корректировать печатную плату либо припаивать эту микросхему "вверх ногами".

Оптроны PC817A могут быть заменены другими подобными, например, FOD817, TLP521-1, LTV817, PC2501-1, SFH618. Замену преобразователю напряжения AM1D-0505SH30Z следует искать среди аналогичных преобразователей других изготовителей с соответствующей корректировкой печатной платы.

Рис. 2

Трансформаторы LM-NP-1001 могут быть заменены на LM-LP-1001, отличающиеся меньшей высотой.

Вместо супрессоров P6KE18A пригодны любые другие на напряжение 14...18 В, а вместо транзисторов BC817 — любые структуры n-p-n с допустимым напряжением коллектор—эмиттер не менее 30 В по абсолютному значению и максимальным током коллектора более 250 мА.

Дроссели L1—L8 — BLM21AG601SN1 или другие нужной индуктивности типоразмера 0805 для поверхностного монтажа [15].

Для подключения к трансиверу FT-950 (а также к FTDX-1200, FTDX-3000 и другим с интерфейсными сигналами уровней RS-232) нужно изготовить кабель, схема которого изображена на **рис. 3**, а к трансиверу FT-857 (а также к FT-100D, FT-817, FT-857D, FT-897D, у которых эти сигналы имеют уровни ТТЛ) — по схеме, изображённой на **рис. 4**. Нумерация контактов разъёмов MDN-6M и MDN-8M показана на **рис. 5** (вид со стороны штырей). Разъёмы звуковой карты компьютера соединяют с гнездом XS2 интерфейса кабелем, изготовленным по схеме на **рис. 6**. Я сделал все эти кабели из проводов CCC-2G—CCC-4G. Цифра в обозначении показывает число изолированных жил в общей экранирующей оболочке.

При необходимости можно легко изготовить необходимые кабели и для

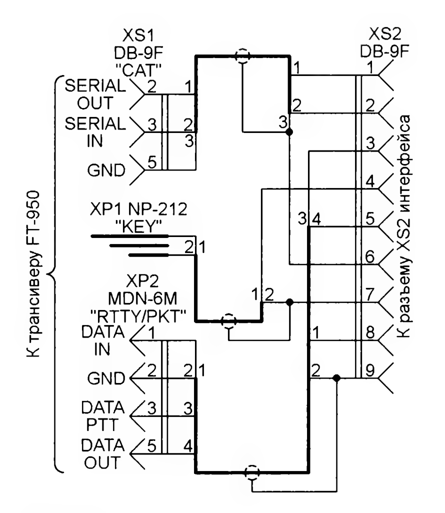


Рис. 3

других трансиверов, изучив прилагаемые к ним инструкции. Разъём XS1 интерфейса соединяют с USB-разъёмом компьютера стандартным USB-кабелем.

Правильно собранный интерфейс в налаживании не нуждается, но перед подключением к трансиверу и компьютеру его рекомендуется всё же проверить. Прежде всего убедитесь в отсутствии короткого замыкания между кон-

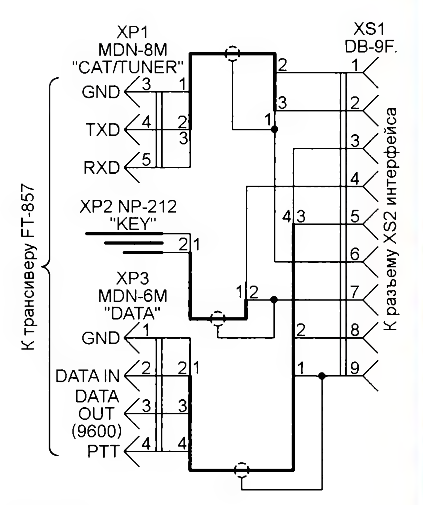


Рис. 4

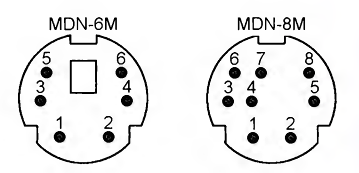


Рис. 5

тактами 1 и 4 разъёма XS1. Затем установите нужные для используемого трансивера перемычки S1—S7. После этого соедините кабелем разъём XS1 с USB-разъёмом компьютера. Проверьте напряжение между выводами 1 и 4, а также между выводами 8 и 5 цифрового изолятора U4. В обоих случаях оно должно быть около 5 В.

Откройте "Диспетчер устройств" компьютера и найдите в нём виртуальный COM-порт, автоматически созданный операционной системой для подключённого интерфейса. Запомните номер этого порта. Запустив любую терминальную программу, например Terminal v1.9b [16], выберите из выпадающего списка этот порт и откройте его, нажав на экранную кнопку Connect. Попробуйте передать какую-либо информацию с трансивера. Окно приёма терминала должно остаться пустым.

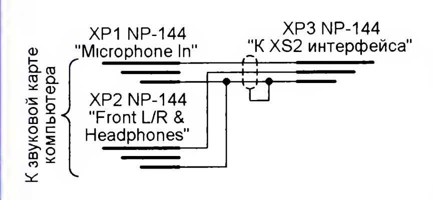


Рис. 6

Соедините резистором сопротивлением 33...100 Ом контакты 1 и 2 разъёма XP2 и повторите передачу информации. Теперь она должна появиться в окне приёма терминала. Изменяя уровни формируемых терминалом сигналов RTS и DTS, убедитесь, что сопротивление между контактами 3 и 6, а также между контактами 4 и 6 разъёма XP2 скачками меняется от очень больших (несколько мегаом) до очень маленьких (несколько десятков ом) значений, и обратно. При этих измерениях минусовый щуп омметра должен быть соединён с контактом 6 разъёма.

Подключать интерфейс к компьютеру желательно при выключенном трансивере, иначе аппарат несколько раз кратковременно перейдёт на передачу. На компьютере нужно запустить и настроить программное обеспечение для нужных видов работы в эфире. Пример настройки программы OmniRig для трансивера FT-950 показан на **рис. 7**.

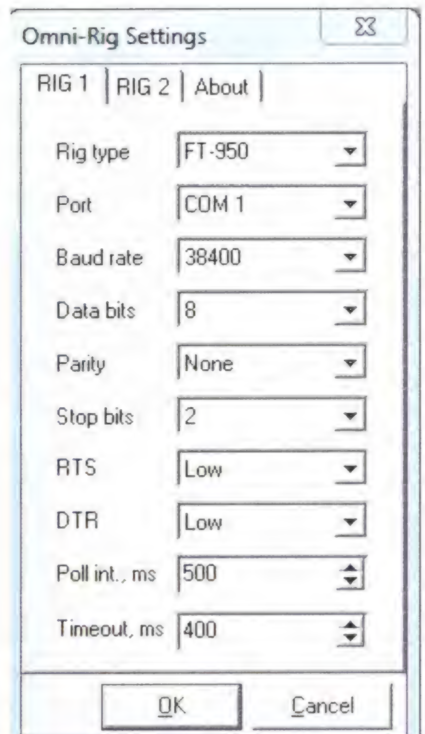


Рис. 7

ЛИТЕРАТУРА

1. **Грец А.** Соединение трансивера с компьютером. — URL: **http://ko62iu.ucoz.ru/publ/soedinenie_transivera_s_kompjuterom/ 1-1-0-35** (22.04.2018).

2. **Вербицкий Л., Вербицкий М.** Подключение компьютера к трансиверу и работа в эфире. — URL: **http://meandr.org/archives/29187** (22.04.2018).

3. **Хлюпин Н.** Цифровой интерфейс для трансивера FT817ND. — **http://ra4nal.qrz.ru/dig817.shtml** (22.04.2018).

4. Микросхема CH340G — преобразователь интерфейса USB в UART (мост USB-UART). — URL: **http://mypractic.ru/mikrosxema-ch340g-preobrazovatel-interfejsa-usb-v-uart-most-usb-uart-xarakteristiki-usloviya-ekspluatacii-tipovye-sxemy-vklyucheniya.html** (22.04.2018).

5. Dual-Channel Digital Isolators Data Sheet ADuM1200/ADuM1201. — URL: **http://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/ADuM1200_1201.pdf** (22.04.2018).

6. MAX220–MAX249 +5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers. — URL: **https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/1798.pdf** (22.04.2018).

7. PC817 Series High Density Mounting type Photocoupler. — URL: **http://electronix.org.ru/datasheet/Optical/PC817-SHARP.pdf** (22.04.2018).

8. BC817; BC817W; BC337 45 V, 500 mA NPN general-purpose transistors. — URL: **https://assets.nexperia.com/documents/data-sheet/BC817_BC817W_BC337.pdf** (22.04.2018).

9. P6KE Transil™, transient voltage surge suppressor (TVS). — URL: **http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/1a/3b/f2/a9/96/72/49/ca/CD00000720.pdf/files/CD00000720.pdf/jcr:content/translations/en.CD00000720.pdf** (22.04.2018).

10. Series AM1D-Z 1 Watt DC-DC Converter. — URL: **http://www.aimtec.com/site/Aimtec/files/Datasheet/HighResolution/AM1D-Z.pdf?ft4=11-323** (22.04.2018).

11. LM-NP/-LP 1000 Series Line Matching Transformers. — URL: **http://www.bourns.com/docs/Product-Datasheets/LMNPLP.pdf?sfvrsn=eef6056f_3** (22.03.2018).

12. Корпус G106. — URL: **http://www.gainta.com.tw/pdf/G100/pdf/G106.pdf** (22.04.2018).

13. PL2303SA (SOP8 Package) USB to Serial Bridge Controller. — URL: **http://v-comp.kiev.ua/download/PL2303SA_v1.1.1.pdf** (22.04.2018).

14. ISO722x Dual-Channel Digital Isolators. — URL: **https://www.ti.com/lit/ds/symlink/iso7220c.pdf** (22.04.2018).

15. BLM21AG601SN1#. Product Search Data Sheet. — URL: **https://www.murata.com/en-eu/api/pdfdownloadapi?cate=&partno=BLM21AG601SN1%23** (22.04.2018) .

16. Терминальные программы. — URL: **http://easyelectronics.ru/terminalnye-programmy.html** (22.04.2018).

Ёмкостное реле включает подсветку

И. НЕЧАЕВ, г. Москва

Это устройство предназначено для автоматического включения подсветки (светодиодной ленты с номинальным напряжением 12...24 В) при приближении, например, к умывальнику с зеркалом, кухонной мойке или другому предмету, требующему освещения.

Ёмкостное реле собрано на специализированной микросхеме TTP223-BA6. Об этой микросхеме и конструкциях на её основе было рассказано в статье автора "Сенсорные выключатели (бесконтактные кнопки) на микросхеме TTP223" ("Радио", 2018, № 5, с. 25—27). Дополнительно были проведены эксперименты с этой микросхемой. К её входу (вывод 3) был подключён конденсатор переменной ёмкости. До ёмкости 300 пФ микросхема при подаче питающего напряжения калибровалась, но с увеличением ёмкости конденсатора чувствительность уменьшалась вплоть до того, что она срабатывала при непосредственном прикосновении к выводу 3. При ёмкости переменного конденсатора более 300 пФ работоспособность микросхемы нарушилась. Поэтому сенсорный элемент может иметь сравнительно большие размеры, и на основе этой микросхемы можно сделать ёмкостное реле.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Для уменьшения сетевых и других низкочастотных наводок сенсорный элемент E1 подключён к входу (вывод 3) микросхемы DA1 через ФНЧ C1R1C2. Для подавления высокочастотных наводок от сотовых телефонов, Bluetooth, Wi-Fi и других передающих устройств последовательно с сенсорным элементом E1 включён дроссель L1. Эксперименты показали, что его установка практически не влияет на чувствительность реле. Выходной сигнал микросхемы через цепь VD1R3C4 поступает на затвор мощного полевого транзистора, который и подаёт питающее напряжение на светодиодную ленту A1. Микросхема питается от параметрического стабилизатора напряжения на элементах R2 и VD2, конденсатор C3 подавляет пульсации и помехи по цепи питания.

Рис. 1

Выводы 4 и 6 микросхемы DA1 оставлены свободными, поэтому она работает в режиме "кнопки с самовозвратом", т. е. при приближении к сенсорному элементу E1 освещение включается, а при удалении — выключается, но в данном случае не сразу. Происходит это так. При приближении к сенсорному элементу на выходе (вывод 1) микросхемы DA1 появляется напряжение около 5 В, в результате конденсатор C4 быстро заряжается через диод VD1 до напряжения около 4,5 В, а затем медленно — до 5 В. В результате транзистор VT1 открывается, на светодиодную ленту поступает напряжение — подсветка включается.

При удалении от сенсорного элемента на выходе микросхемы появляется низкий уровень, и конденсатор C4 начинает разряжаться через резистор R3. В результате несколько секунд яркость подсветки не изменяется, а затем она плавно уменьшается. Время задержки выключения подсветки можно изменить подборкой резистора R3 и конденсатора C4, чем больше номинал — тем больше задержка.

Все детали, кроме сенсорного элемента, размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита, её чертёж показан на **рис. 2**. Применены в основном детали для поверхностного монтажа, резисторы — типоразмера 1206, оксидные конденсаторы — танталовые типоразмера D (C3) и B, C (C4), остальные — керамические типоразмера 0805. Применён транзистор APM2014N, демонтированный со старой материнской платы ПК. Следует учесть, что при его монтаже

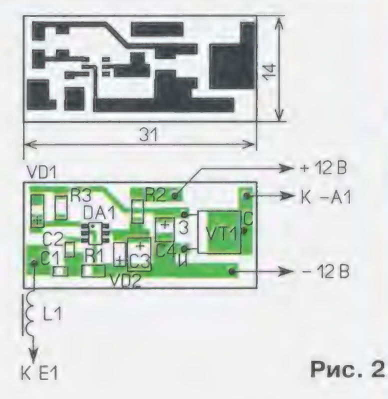


Рис. 2

на печатной плате и температуре корпуса 25 °С максимальный ток стока — 9 А, а рассеиваемая мощность — 1,6 Вт. При температуре корпуса 100 °С эти значения уменьшаются до 6 А и 0,6 Вт соответственно. При напряжении затвор—исток 4,5 В сопротивление его канала — около 10 мОм. Из этого и надо исходить при определении мощности подключённой к нему светодиодной ленты. При напряжении питания более 20 В надо применить полевой транзистор, выдерживающий это напряжение. Дроссель — ЕС24 или любой малогабаритный. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.



Рис. 3

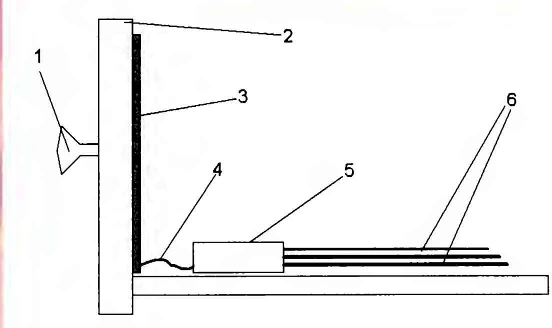


Рис. 4

Реле было установлено в тумбочку-умывальник в ванной комнате. Вариант его размещения показан на **рис. 4**. Сенсорный элемент 3 с помощью липкой ленты закреплён на передней панели 2 ящика тумбочки. Рядом в защитном пластмассовом корпусе 5 подходящего размера расположена печатная плата, которая соединена с сенсорным элементом отрезком изолированного провода 4. Его длина — 50...70 мм. Питающие провода 6 соответствующего сечения выведены через заднюю стенку ящика к источнику питания и светодиодной ленте. Сенсорный элемент 3 состоит из двух частей, которые размещены с двух сторон от ручки 1. Если задержка выключения не требуется, конденсатор С4 не устанавливают. Его можно временно не устанавливать и при проведении налаживания.

Для изготовления сенсорного элемента была использована фольга (обёртка) и отрезки толстой бумаги (ватмана). Один конец соединительного изолированного провода 4 зачищен на расстоянии 30...40 мм, завёрнут и зажат в фольге. Затем фольгу помещают между двумя отрезками ватмана соответствующего размера и скрепляют в нескольких местах с помощью степлера. Обязательно надо скрепить место, где провод зажат в фольге.

Следует отметить, что чем больше размеры сенсорного элемента, тем больше его чувствительность к большим объектам, но с другой стороны — тем больше его ёмкость, а значит, и меньше чувствительность самого реле. Поэтому можно подобрать оптимальные размеры элемента. Для этого его надо сделать максимально большого размера, а при необходимости уменьшить, просто отрезав часть ножницами. Поскольку площадь сенсорного элемента в данном конкретном случае оказалась около 250 см^2, не требуется непосредственного прикосновения к нему. Реле уверенно срабатывает при приближении к нему человека на расстояние 150...200 мм.

Разместить ёмкостное реле можно и в другом месте, а если установить полевой транзистор на небольшой теплоотвод, можно коммутировать питающее напряжение до нескольких десятков вольт и ток до нескольких ампер. Следует помнить, что в предложенном варианте источник питания должен иметь гальваническую развязку от сети 230 В.

От редакции. *Чертёж печатной платы в формате Sprint-Layout имеется по адресу* ***ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/rele.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

Процесс самостоятельного написания скетча для управления работой RGB-куба на светодиодах WS2812B или PL9823 [1, 2] может показаться для начинающих трудной задачей. Но можно воспользоваться готовым приложением для ПК, создавая, воспроизводя и сохраняя различные эффекты переключения пикселей куба с его помощью. Сам куб и плата Arduino Uno при этом по отношению к компьютеру становятся своего рода периферийным устройством. Программа Glediator в дословном переводе — графический аниматор установки светоизлучающих диодов. Она разработана в Германии, находится в свободном доступе для всех желающих, а найти её можно на сайте разработчиков [3]. Там же приведена несложная последовательность действий по установке этого ПО на компьютер. По замыслу авторов, набор светодиодов представляет собой двухмерную матрицу пикселей произвольной конфигурации с максимальным числом светодиодов 512, соединённых в одну цепь змейкой. Но на практике эту программу можно использовать для управления кубом с иной последовательностью соединений пикселей.

Итак, сначала в Arduino Uno загружают скетч **WS2812_Glediator** (его скачиваем с ресурса разработчиков). В строках **#define DATA_PIN и #define NUMBER_OF_PIXELS** надо указать номер управляющего вывода на плате Arduino Uno и число светодиодов в ленте. В авторском варианте — это числа 6 и 125 соответственно. Далее подключают светодиодный куб к плате двумя проводами. Вывод DIN куба — к выводу 6 платы, вывод GND куба — к выводу GND платы. Куб запитывают от отдельного источника питания напряжением 5 В, а плату Arduino Uno — через USB-разъём от ПК.

Открывают приложение Glediator. На **рис. 1** представлен внешний вид основного окна программы. Цветом выделены три рабочие зоны, с помощью которых можно создать, подключить к кубу и сохранить в виде файла эффект переключений или сцены (название в рамках программы). Вкладка **Options** (зона 1) основного меню позволяет произвести настройки программы для подключения и управления работой куба. В зоне 2 находится экран, на котором прокручивается созданная сцена, ниже — пять кнопок возможных слоёв сцены. Ещё ниже — три поля с кнопками раскрывающихся списков, в которых находятся типы (**Tupe**) переключений, фильтров (**Filter**) их обработки и смешения (**Mixer**). Далее расположены два регулятора — яркости свечения

Управление светодиодным RGB-кубом 5×5×5 с помощью программы Glediator

Д. МАМИЧЕВ, п. Шаталово Смоленской обл.



Рис. 1

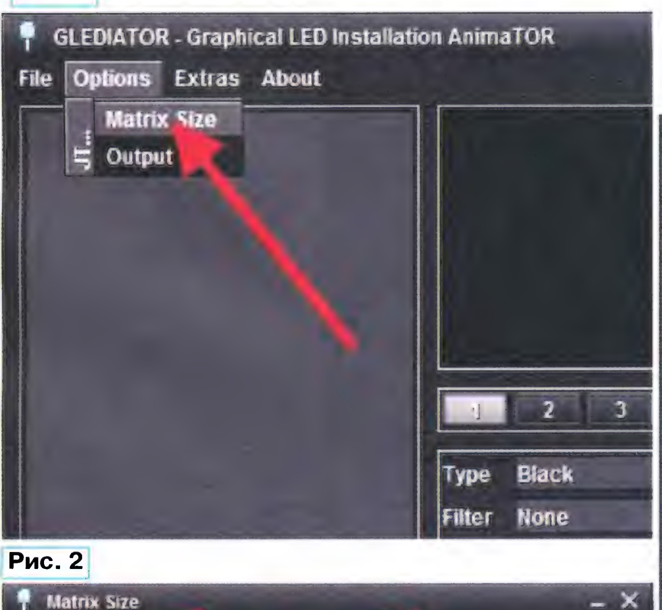


Рис. 2

Рис. 3

пикселей (**Level**) и скорости их переключения (**Speed**). Внизу зоны находится кнопка **Configure generator**. При нажатии на неё появляется дополнительное окно настроек для данного эффекта-слоя. При создании сцены удобным будет делать её не более чем трёхслойной. Таким образом, программа оперирует переключением не отдельных пикселей, а целых групп.

В верхней части зоны 3 находится поле, в котором отображаются значки-изображения временно сохранённой или выбранной сцены. Внизу находятся управляющие кнопки: **Add L** — временное сохранение текущей сцены (из экрана левой зоны 2), **Set L** — вывод выбранной сцены из поля зоны 3 на экран зоны 2, **Clear** — очистка поля от сцен, **Save** — сохранение готовой сцены в виде отдельного файла, **Load** — загрузка в поле зоны нужной сцены-файла.

В начале работы (**рис. 2**) на вкладке **Options** выбирают из выпадающего списка вкладку **Matrix Size**. В появившемся окне (**рис. 3**) указывают число пикселей в двухмерной системе координат. Приемлемые сочетания: 25×5 или 5×25, а также допустимы 1×125 или 125×1. Кнопка **Apply Changes** — применение указанного изменения (окно не закрывается), **Done** — закрывает окно с сохранением изменений.

Далее, для создания сцены (**рис. 4**), например двухслойной, выбирают в первом (кнопка 1) слое тип переключений (**Type**), режим



Рис. 4



Рис. 5

Рис. 7

Wave (волна), и в открывшемся после нажатия на кнопку **Configure generator** окне 1 производят желаемые цветовые настройки переключений, скоростные и количественные характеристики режима (для сохранения нажимают на кнопку **Done**). Не надо забывать о возможных настройках регуляторов яркости и скорости. Аналогично делают выбор и настройки (изогнутые цветные стрелки — повторные действия) для второго слоя (кнопка 2).

Когда сцена готова, переносим её в рабочее поле зоны 3 (см. рис. 1) с помощью кнопки **Add L**, в появившемся окне (**рис. 5**) даём ей имя и нажимаем на кнопку **Done**. Картинка-значок сцены должна появиться в поле зоны 3 (**рис. 6**). Очистить левый экран зоны 2 можно, выбирая в каждом слое типа переключений режим **Black**. Для повторного возвращения сцены на левый экран её нужно выбрать по значку и нажать на кнопку **Set L**.

Далее можно транслировать сцену переключений на куб, для чего на вкладке **Options** выбирают из списка **Output**. В появившемся окне (**рис. 7**) **Output Options** делаем соответствующие настройки (указаны стрелками) по условию протокола передачи, числу и расположению пикселей, порядку следования цветов в передаче данных, скорости передачи и номеру порта подключения Arduino Uno. Включение куба и его отключение от ПК производятся соответственно кнопками **Serial Open** и **Serial Close**.

Рис. 6

Для сохранения сцены в виде отдельного файла нужно воспользоваться кнопками **Save** — сохранение файла и **Load** — загрузка файла (см. рис. 6). На этом рисунке кнопки выделены цветным прямоугольником. При желании посмотреть, что внутри, файл можно открыть и сохранить с расширением .txt с помощью программы **WordPad**. Сохранять файлы сцен можно в любой папке ПК.

Функциональные возможности программы Glediator гораздо шире, чем рассмотрено в статье. Небольшую русскоязычную видеоинструкцию по работе с этой программой можно посмотреть в [4]. Более подробный обучающий видеофрагмент по работе с приложением на английском языке можно просмотреть по адресу **https://vimeo.com/114314817**.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамичев Д.** RGB-куб 5×5×5 на Arduino Uno. — Радио, 2018, № 3, с. 57—60.

2. **Мамичев Д.** Управляемый RGB-куб 5×5×5 на Arduino Uno. — Радио, 2018, № 5, с. 59—62.

3. Glediator — LED Matrix Control Software. — URL: **http://www.solderlab.de/index.php/software/glediator** (21.03.18).

4. gLEDiator, Arduino & WS2812, анимирование светодиодных матриц. — URL: **https://www.youtube.com/watch?v=9JOQZcKIQS8** (21.03.18).

__От редакции.__ Скетч для Arduino Uno и демонстрационные ролики, иллюстрирующие работу устройства, находятся по адресу __ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/555pro.zip__ на нашем FTP-сервере.

Индикатор разрядки аккумулятора в радиоприёмнике PERFEO PF-SV922

А. ВЕСЕЛОВ, г. Ярославль

Радиоприёмники PERFEO PF-SV922 пользуются большой популярностью среди желающих всегда иметь при себе небольшой по размерам приёмник диапазона УКВ со встроенным МР3-плейером. Этому способствуют приемлемая цена, красивый дизайн и пассивный излучатель мидбаса, делающий тембр звучания достаточно комфортным. В английской версии это устройство имеет название "Sound Ranger" — "Музыкальный бродяга".

Один из недостатков — отсутствие индикатора разрядки литий-ионного аккумулятора. Без индикации оценка оставшегося времени работы приёмника довольно приблизительна даже для специалиста-электронщика, а уж для большинства владельцев она практически невозможна. Кроме того, неожиданность отключения питания воспринимается всегда негативно. Необходимо было найти простое решение данной проблемы в схемном и в конструктивном плане. Выбор пал на маломощные супервизоры питания — детекторы понижения напряжения.

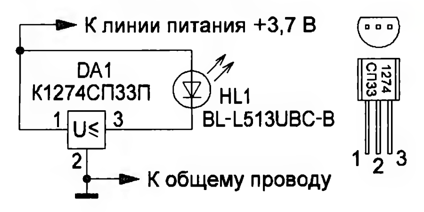


Рис. 1

Схема индикатора разрядки питания на супервизоре DA1 К1274СП33П [1] приведена на **рис. 1**. В пояснении работы данное устройство практически не нуждается. При снижении питания до 3,3 В встроенный выходной транзистор супервизора открывается, что приводит к свечению синего мигающего светодиода HL1 BL-L513UBC-B [2], который и сигнализирует о наступающей разрядке аккумулятора. Ввиду простоты схемного решения индикатора печатная плата не разрабатывалась.

Сразу оговоримся, что при установке индикатора автор не несёт ответственности за сохранение гарантийного обслуживания из-за факта вскрытия корпуса и за внесённые схемотехнические изменения в приёмнике.

Для вскрытия корпуса и разделения его на две части (переднюю и заднюю) необходимо выкрутить крестовой отвёрткой диаметром 3 мм три шурупа, расположенных по краям в задней части корпуса, и один — в отсеке питания. Далее снять или открепить от одной половины корпуса две эластичные "подошвы". Дальнейшие действия поясняет **рис. 2**.

В передней верхней части корпуса сверлят отверстие для светодиода, напротив шурупа крепления динамической головки, и крепят этим шурупом светодиод за вывод анода через дополнительную шайбу. Аккуратно изгибая и подгоняя по месту выводы супервизора, монтируют его на выводах светодиода. Общий и плюсовой выводы индикатора (см. рис. 1) соединяют отрезками проводов разного цвета с соответствующими контактными площадками на плате, как показано на рис. 2. Общий провод белого цвета припаян к площадке ВАТ–. Плюсовой провод красного цвета припаян к контактам плюсового вывода

Рис. 2

оксидного конденсатора, расположенного со стороны, противоположной печатным проводникам и подключённого параллельно выводам 6 (питание +3,7 В) и 7 (общий) усилителя мощности ЗЧ, выполненного на микросхеме NS4871 (аналог LM4871). В заключение делают вырез во внутренней перегородке корпуса для проводов, чтобы они не передавливались, а половинки корпуса приёмника плотно соединились.

При средней громкости звучания примерно за 40...50 мин до отключения аккумулятора штатной защитой светодиод начинает вспыхивать в такт с пиками громкости звуковых сигналов, но постепенно, по мере разрядки, эти вспышки сменяются режимом его мигания до момента срабатывания защиты. При замене светодиода на другой маломощный яркий любого свечения, в том числе и на немигающий, следует измерить его ток при свечении, и если он превышает 5...10 мА, уменьшить до указанного значения, включив последовательно со светодиодом ограничительный резистор соответствующего сопротивления (сотни ом). Зарубежный аналог К1274СП33П — супервизор PST529G [3]. Назначения выводов у обеих микросхем при расположении корпусов, согласно рис. 1, идентичны.

ЛИТЕРАТУРА

1. К1274 линейная интегральная микросхема вольт-детектора. — URL: **http://integral.by/sites/default/files/pdf/k1274_0.pdf** (21.05.2018).

2. BL-L513xxB. — URL: **http://static.chipdip.ru/lib/296/DOC000296041.pdf** (21.05.2018).

3. Monolithic IC PST529 Series. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/152/DOC000152591.pdf** (21.05.2018).

Включение и выключение микроконтроллера одной кнопкой

В. ГЕРОНДА, г. Свердловск Луганской обл., Украина

В микроконтроллерных устройствах с батарейным питанием применяют различные способы экономии энергии батареи. Например, узел, упрощённая схема которого изображена на **рис. 1** [1], в исходном состоянии не потребляет ток от батареи GB1, а питание микроконтроллера отключено закрытым благодаря резистору R1 p-канальным транзистором VT1. При нажатии на кнопку SB1 напряжение между истоком и затвором этого транзистора становится достаточным для его открывания. Напряжение батареи поступает в цепь питания микроконтроллера.

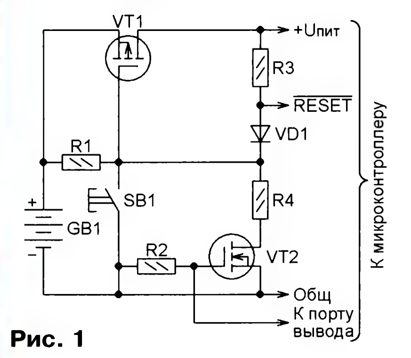


Рис. 1

В начале своей работы программа микроконтроллера должна установить на порте вывода, с которым соединён затвор n-канального транзистора VT2, высокий логический уровень напряжения, что откроет этот транзистор. Через него нижний по схеме вывод резистора R4 будет соединён с общим проводом. При этом напряжение затвор—исток транзистора VT1 несколько уменьшится, но останется достаточным для удержания этого транзистора в открытом состоянии, а микроконтроллера — включённым и после отпускания кнопки.

Повторное нажатие на кнопку SB1 при работающем микроконтроллере устанавливает низкий логический уровень на его входе $\overline{\text{RESET}}$, переводя микроконтроллер в исходное состояние. При этом состояние всех его портов ввода-вывода становится высокоимпедансным, а транзистор VT2 закрывается благодаря резистору R2. Закрывается и транзистор VT1, отключая батарею GB1 от микроконтроллера.

Следовательно, кнопка SB1, которая может быть миниатюрной слаботочной, включает и выключает микроконтроллер. Но на практике описанный узел при выключении работает ненадёжно. Кроме того, отсутствует защита от случайного выключения микроконтроллера случайным кратковременным нажатием на кнопку.

Однако, если вместо входа $\overline{\text{RESET}}$ использовать вход внешнего запроса прерывания программы микроконтроллера, надёжность работы узла можно повысить, предусмотрев в программе учёт длительности нажатия на кнопку. Схема построенного по такому принципу узла включения/выключения микроконтроллера DD1 ATtiny15L-1PC [2] одной кнопкой изображена на **рис. 2**. Дополнительно в нём напряжение питания микроконтроллера стабилизировано интегральным стабилизатором 78L05 (DA1). Выводы PB3—PB5 микроконтроллера свободны для использования в прикладной программе.

На **рис. 3** показана блок-схема алгоритма работы программы микроконт-

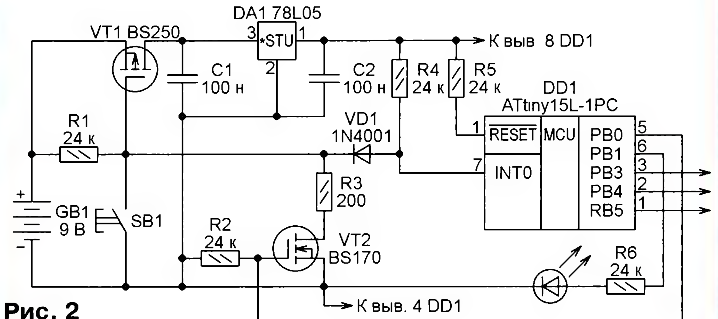


Рис. 2

Рис. 3

Старт
Инициализация
Открыть VT2
Разрешить INT0
Главный цикл
Включить HL1
Пауза 240 мс
Выключить HL1
Пауза 240 мс
INT0
Пауза
SB1 нажата?
Нет
Да
Возврат
2 с истекло?
Нет
Да
Выключить микроконтроллер

роллера, демонстрирующая его включение и выключение кнопкой SB1. При первом нажатии на кнопку на микроконтроллер, как и в ранее рассмотренном варианте, поступает напряжение питания. Стартовав, программа устанавливает на выходе PB0 высокий уровень напряжения, открывая этим транзистор VT2, после чего кнопку можно отпустить. После этого выполняется основной цикл программы, в котором в рассматриваемом случае мигает с частотой около 2 Гц светодиод HL1, но могут быть предприняты и любые другие действия.

Для выключения микроконтроллера следует нажать на кнопку ещё раз. По спадающему перепаду уровня на входе INT0 в микроконтроллере будет сгенерирован запрос прерывания программы. Начнётся его обработка, а мигание светодиода прекратится. При желании в этом месте можно вставить команду включения светодиода. Тогда он будет светиться непрерывно всё время, пока кнопка нажата.

После паузы состояние кнопки будет проверено ещё раз. Если нажатие не подтвердилось, последует возврат в основной цикл. В противном случае происходит проверка длительности нажатия. Если с момента нажатия до отпускания кнопки прошло менее 2 с, обработка прерывания завершается и происходит возврат в точку прерывания программы. Светодиод вновь начинает мигать.

Если же по истечении двухсекундного интервала кнопка осталась нажатой, выполняются действия, необходимые для выключения питания микроконтроллера, завершающиеся закрыванием транзистора VT2.

Для формирования интервалов времени использован таймер T0 микроконтроллера. Он генерирует запросы прерывания по переполнению и сконфигурирован так, что это происходит каждые 40 мс. Источником тактового сигнала служит встроенный RC-генератор микроконтроллера, частота которого по умолчанию установлена равной 1,6 МГц.

Прилагаемая к статье демонстрационная программа построена по этому алгоритму с небольшими отклонениями от него, связанными с оптимизацией кода.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рюмик С.** 1000 и одна микроконтроллерная схема. Вып. 1. — М.: Додэка-XXI, 2010.

2. ATtiny15L 8-bits AVR Microcontroller. — URL: **http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/78513/ATMEL/ATTINY15L.html** (18.04.2018).

***От редакции**. Демонстрационная программа имеется по адресу **ftp://ftp.radio.ru/pub/2018/07/mcuoff_2.zip** на нашем FTP-сервере.*

Ответы на викторину "Тактирование микроконтроллеров"

("Радио", 2018, № 6, с. 62, 63)

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

1. Ответ — 1. Наиболее распространённая схема внутреннего устройства тактового генератора микроконтроллера с внешним кварцевым резонатором изображена на **рис. 1**. Подобную схему можно найти в [1]. Транзисторы VT1 и VT2 образуют двухтактный инвертирующий усилитель, охваченный отрицательной обратной связью через резистор $R_{ос}$. Кварцевый резонатор включён между его выходом и входом. Здесь он представлен эквивалентным последовательным колебательным контуром $L_эC_э$ и сопротивлением потерь $R_{пот}$. Паразитная ёмкость,

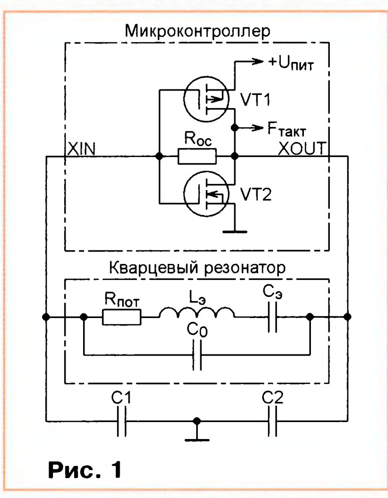


Рис. 1

параллельная резонатору, в том числе и ёмкость его держателя представлены конденсатором C_0. Конденсаторы C1 и C2 образуют делитель напряжения, действующего между электродами резонатора. Причём напряжение, поступающее с конденсатора C1 на вход усилителя, противофазно напряжению, поступающему на конденсатор C2 с выхода усилителя. Таким образом, обратная связь через своеобразный П-контур, образованный кварцевым резонатором и конденсаторами C1 и C2, положительная. Благодаря ей генератор самовозбуждается на частоте, близкой к частоте последовательного резонанса кварцевого кристалла. Такой генератор — разновидность ёмкостной трёхточки.

2. Ответ — 1. Назначение резистора R1 — облегчить самовозбуждение кварцевого генератора, выведя рабочую точку усилителя на линейный участок передаточной характеристики. Его устанавливают в тех случаях, когда внутренний резистор $R_{ос}$ (рис. 1) в микроконтроллере отсутствует. Причина отсутствия внутреннего резистора чаще всего в том, что для того чтобы не шунтировать резонатор (особенно низкочастотный), его сопротивление должно быть очень большим. А высокоомные резисторы занимают на кристалле микросхемы слишком много места. О необходимости установки резистора R1 и его рекомендованном сопротивлении обычно сказано в документации на микроконтроллер конкретного типа.

3. Ответ — 0. Резистор R1 уменьшает напряжение, поступающее с выхода XOUT на кварцевый резонатор, и этим уменьшает рассеиваемую на резонаторе мощность. Это становится всё более актуальным в связи с микроминиатюризацией резонаторов. Для многих из них даже напряжение с размахом 5 В избыточно. Иногда последовательный резистор R1 выполняет ещё одну функцию. Он предотвращает возбуждение генератора на частотах паразитных резонансов кварцевого кристалла.

4. Ответ — 1. Сопротивление резистора R2 обычно во много раз меньше сопротивления резистора R1. Поэтому, если случайно поменять их местами, усилитель, на основе которого построен генератор, будет охвачен сильной отрицательной обратной связью, а положительная обратная связь через кварцевый резонатор будет чрезвычайно ослаблена высокоомным резистором. Генератор работать не будет.

5. Ответ — 0. На тактовую частоту микроконтроллера влияют параметры кварцевого резонатора ZQ1, ёмкость конденсаторов C2, C3, монтажа и выводов микроконтроллера. Учесть заранее их возможный разброс очень сложно. Поэтому, если требуется установить тактовую частоту с максимальной точностью, предусматривают её плавную подстройку конденсатором C1. На скважность генерируемых импульсов этот конденсатор практически не влияет, да она и не имеет никакого значения, так как для микроконтрол-

лера важен период повторения тактовых импульсов, а не их длительность.

6. **Ответ — 1**. Хотя кварцевый резонатор ABS25 имеет не два, а четыре вывода, внутри него конденсаторов нет [2]. Выводы 2 и 3 предназначены лишь для более надёжного крепления резонатора на печатной плате. Внутри корпуса они соединены перемычкой.

Тактовый генератор микроконтроллера серии ATmega162 имеет внутренние конденсаторы ёмкостью 10 пФ и может быть сконфигурирован так, чтобы эти конденсаторы были подключены к выводам XTAL1 и XTAL2 или отключены от них. Оптимальная для резонатора ABS25 ёмкость конденсаторов — 12,5 пФ, что достаточно близко к ёмкости внутренних конденсаторов микроконтроллера.

7. **Ответ — 1**. Трёхвыводной керамический резонатор CTSE имеет внутри два конденсатора ёмкостью по 15 пФ, один из них подключён между выводами 1 и 2, а второй — между выводами 2 и 3. В большинстве случаев дополнительных внешних конденсаторов не требуется.

8. **Ответ — 1**. Конденсатор C1 и резисторы R1, R2 образуют частотозадающую цепь встроенного в микроконтроллер тактового RC-генератора. Преимущества такого генератора — простота, дешевизна и возможность перестройки частоты в широких пределах. Генерируемая частота зависит от постоянной времени внешней RC-цепи и тем выше, чем эта постоянная меньше. Поэтому с уменьшением введённого сопротивления подстроечного резистора R2 тактовая частота растёт. К сожалению, стабильность частоты у RC-генератора значительно хуже, чем у стабилизированного кварцем.

9. **Ответ — 0**. Известно, что кварцевые резонаторы способны возбуждаться не только на основной частоте механического резонанса кристалла, но и на её нечётных гармониках. Это свойство позволяет создавать высокочастотные стабилизированные кварцем генераторы, поскольку геометрические размеры кварцев, работающих на основной (первой) гармонике, на этих частотах становятся слишком маленькими, они сложны в изготовлении и недостаточно прочны.

В специальных "гармониковых" резонаторах конструктивными мерами основной резонанс частично подавлен. Однако условия возбуждения кварца на первой гармонике зачастую остаются достаточными для генерации, и если не принять специальных схемных мер, то на ней он и возбуждается. Одна из таких мер — подключить последовательный колебательный контур L1C1, настроенный на первую гармонику, параллельно входу генераторной секции микроконтроллера. Сопротивление такого контура на частоте его резонанса (в данном случае 16 МГц) очень мало. Поэтому для сигнала этой частоты он шунтирует вход XIN. Возбуждению генератора на втрое большей частоте (48 МГц) такой контур не препятствует.

10. **Ответ — 1**. Панель XS1 предназначена для сменного кварцевого резонатора. Желательно, чтобы её контакты были цанговыми, что обеспечит надёжный контакт и прочное удержание резонатора. Такое решение применяют на многих отладочных платах, что позволяет отлаживать с их помощью программы микроконтроллеров, рассчитанные на разную тактовую частоту. Наличие панели позволяет также оперативно проверять работоспособность кварцевых резонаторов, подключая их к заведомо исправному микроконтроллеру.

11. **Ответ — 1**. Замыкание контактов выключателя SA1 приводит к шунтированию входа XIN резистором R1 небольшого сопротивления. Это нарушает условия самовозбуждения генератора, поэтому работа микроконтроллера прекращается.

12. **Ответ — 1**. Конденсаторы C1, C2 обычно подключают к общему проводу микроконтроллера и всего устройства. Но по этому проводу течёт множество импульсных токов, которые могут создавать помехи работе генератора и даже "сбивать" его с ритма, нарушая работу узлов микроконтроллера. В некоторых микроконтроллерах (например, серии TMS570 [3]) для борьбы с этими помехами предусмотрен специальный вывод для подключения общего провода конденсаторов C1 и C2, который ведут по кратчайшему пути. Никакие посторонние токи по этому проводу течь не должны. Поэтому соединять с упомянутым выводом что-либо, кроме конденсаторов C1 и C2, запрещено. Возможный вариант трассировки печатных проводников показан на **рис. 2**. В отсутствие специального вывода общий провод конденсаторов генератора должен соединяться с общим проводом всего устройства только в одной точке — на ближайшем выводе минуса питания микроконтроллера.

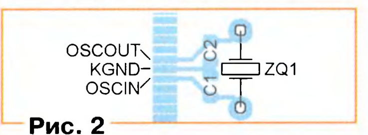


Рис. 2

13. **Ответ — 0**. При низком логическом уровне сигнала OSC левый по схеме транзистор сборки VT1 закрыт, и генератор работает как обычно. Если же уровень этого сигнала высокий, транзистор будет открыт, а вход XIN микроконтроллера зашунтирован им. В результате генерация прекратится. Ёмкость коллектор—эмиттер постоянно закрытого правого транзистора сборки равна такой же ёмкости левого транзистора, что компенсирует её влияние на параметры генератора.

14. **Ответ — 1**. Кварцевый резонатор NX2520SG оснащён встроенным терморезистором с отрицательным ТКЕ [4]. Термистор находится на общей подложке с кварцевым кристаллом в общем герметичном корпусе. Это позволяет точно измерять температуру кристалла, чтобы иметь возможность учесть влияние её изменений на результаты работы микроконтроллера. Например, при точных измерениях частоты и времени. Терморезистор образует с резистором R1 делитель напряжения, с выхода которого зависящее от температуры резонатора напряжение поступает на вход ADC (АЦП) микроконтроллера, оцифровывается им и тем или иным способом используется в программе.

15. **Ответ — 0**. При перемещении движка переменного резистора R1 снизу вверх (по схеме) напряжение на варикапах VD1 и VD2 увеличивается от 0 до 5 В. Ёмкость варикапов 1SV101 при этом уменьшается приблизительно с 45 до 20 пФ [5]. Поскольку варикапы соединены последовательно с конденсаторами C1 и C3, уменьшается и суммарная ёмкость, присоединённая к кварцевому резонатору, а частота генерации увеличивается.

16. **Ответ — 1**. Резистор R1 служит для подавления "звона" на перепадах импульсов, поступающих от кварцевого генератора G1 на вход XIN микроконтроллера. Это стандартный приём демпфирования при подаче коротких импульсов на несогласованную нагрузку. Сопротивление резистора R1 выбирают в пределах 30...100 Ом. Снижение амплитуды тактового сигнала под влиянием этого резистора практически незаметно ввиду большого входного сопротивления входа XIN микроконтроллера.

ЛИТЕРАТУРА

1. AN96103. X-tal oscillators on 8-bit microcontrollers. — URL: **http://www.elenota.pl/datasheet_download/154051/Application-Note** (21.03.2018).

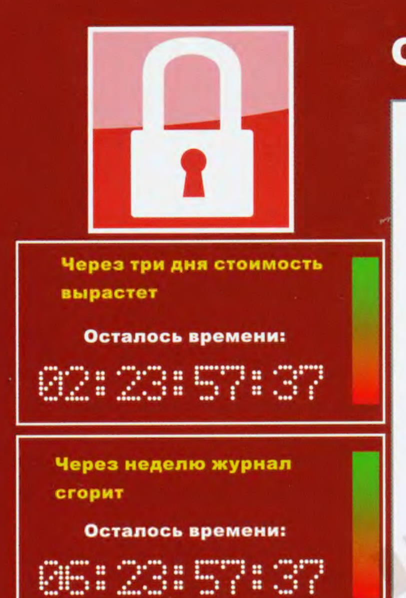
2. 32768 kHz Low Frequency SMD Crystal ABS25. — URL: **http://www.abracon.com/Resonators/abs25.pdf** (21.03.2018).

3. TMS570LS0714 16- and 32-Bit RISC Flash. — URL: **http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tms570ls**0714.pdf (21.03.2018).

4. Crystal Unit with built-in Thermistor NX2520SG (for Mobile Communications). — URL: **http://www.ndk.com/en/products/search/crystal/1190101_1494.html** (21.03.2018).

5. Кремниевый эпитаксиальный плоскостной диод переменной ёмкости 1SV101. — URL: **http://wakamatsu.co.jp/waka/1SV101.pdf** (21.03.2018).


14-й Московский Международный форум и выставка
"Точные измерения – основа качества и безопасности"
15-17 Мая • ВДНХ • Пав.№75
АО «НПФ «ТЕХНОЯКС»
ЗАО "НПФ "ТЕХНОЯКС", созданное в 1997 году, специализируется в области разработки, производства, поверки, ремонта метрологических комплексов и средств измерения двойного назначения.
ЗИП-НАУЧПРИБОР КРАСНОДАР
ООО предприятие "ЗИП-Научприбор" занимается разработкой и производством электроизмерительных приборов.
Торговый Дом «ЭСКО»
ТД "ЭСКО": оборудование для технической диагностики и неразрушающего контроля.
Эликс г.Москва
B-53
ЗАО "НПП ЭЛИКС" более четверти века разрабатывает и поставляет надёжное контрольно-измерительное оборудование.
ОАО МНИПИ г. Минск
ОАО МНИПИ г. Минск
ОАО "Минский научно-исследовательский приборостроительный институт" — один из старейших научно-исследовательских и производственных центров электронного приборостроения, отсчитывающий свою историю с 1954 г.
РОССТАНДАРТ
МИНПРОМТОРГ РОССИИ
РИП-Импульс Краснодар
ООО «РИП-Импульс»
Наш Импульс – Вашему Успеху!
ООО "РИП-Импульс" — один из ведущих производителей радиоэлектронных измерительных приборов.
НПЦ МитиноПрибор БГУИР MWMLab
ООО НПЦ "МитиноПрибор" совместно с Белорусским Государственным университетом выпускает средства измерений, изделия специального назначения и стенды для работы в диапазоне 0,01-220 ГГц.



Ой, ваш журнал зашифрован!

Русский

Что произошло с моим журналом?

Статьи, обзоры, тесты и другие материалы журнала были зашифрованы. Для расшифровки заплатите выкуп!

Пришлите нам биткоинов на сумму 18 000 рублей по адресу:

Copy



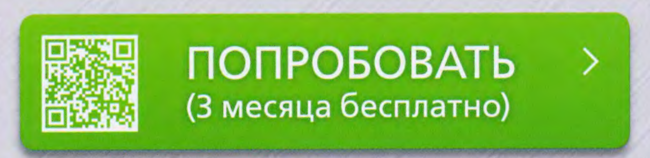
ШИФРОВАЛЬЩИКИ — БЕДА СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ.

Слышали про WannaCry*?

* ВоннаКрай. Вредоносная компьютерная программа.

Dr.Web Security Space:

- защитит ПК от шифровальщиков
- не пропустит другие интернет-угрозы
- бесплатно защитит Android-устройство



https://download.drweb.ru/security_space/



«Доктор Веб» — российский производитель антивирусных средств защиты информации под маркой Dr.Web. Продукты Dr.Web разрабатываются с 1992 года.

www.drweb.ru

0+

Реклама